



**UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID
ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR**

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE SISTEMAS Y AUTÓMATICA

**CONTROL DE TÚNEL DE CARRETERA CON
TECNOLOGÍA ALLEN BRADLEY A TRAVÉS DE
ETHERNET/IP**

PROYECTO FIN DE CARRERA

INGENIERÍA INDUSTRIAL

AUTOR: TOMÁS ALBACETE GARCÍA

DIRECTOR: FRANCISCO JOSÉ RODRIGUEZ URBANO

MADRID 2010



Agradecimientos

Antes de comenzar a relatar los detalles de la realización de éste proyecto, quiero agradecer el esfuerzo y la paciencia de algunas personas que han compartido mucho tiempo conmigo en los últimos años, sin las que éste no habría sido posible.

En primer lugar a Vladimir Nishnik y a Cesar Guijarro, directores del proyecto en Rockwell Automation, por todos los conocimientos transmitidos durante éstos años, por su confianza y por su apoyo incondicional.

A mi tutor Francisco José Rodríguez Urbano por su disponibilidad en todo momento, y por su ayuda para que todo haya salido de forma satisfactoria.

A mi mujer y a mi hijo por soportarme en los peores momentos y por saber perdonar mi falta de atención durante éste tiempo.

A mi hermana por su inestimable ayuda durante todo el proyecto.

A mis padres por su esfuerzo y dedicación para hacerme una persona de provecho.





ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

1. INTRODUCCIÓN.

- 1.1 Presentación
- 1.2 Estructura del proyecto

2. SITUACION ACTUAL

- 2.1 Descripción general del túnel

3. DESCRIPCION GENERAL DE LAS INSTALACIONES DE LOS TÚNELES

- 3.1 Iluminación
- 3.2 Ventilación
- 3.3 Drenaje y Bombeo
- 3.4 Semáforos y emergencia
- 3.5 Terminal de control
- 3.6 Descripción de las instalaciones del túnel a automatizar

4. ARQUITECTURA DE CONTROL DEL TUNEL

5. ETHERNET y ETHERNET/IP

6. DESCRIPCION DEL HARDWARE

- 6.1 Hardware del autómeta
- 6.2 Hardware de las entradas y salidas distribuidas
- 6.3 Hardware de los variadores de frecuencia

7. DESCRIPCION DEL SOFTWARE

- 7.1 Software de comunicaciones
- 7.2 Programación del autómeta – Diagramas de Casos de uso.
- 7.3 Configuración de la red Ethernet/IP
- 7.4 Parametrización de los variadores
- 7.5 Programación del SCADA y del panel de operador

8. CONEXIÓN REMOTA A TRAVES DE INTERNET



9. PRESUPUESTO

10. CONSTRUCCION DE LA MALETA DE DEMOSTRACION

11. CONCLUSIONES

12. DESARROLLOS FUTUROS

13. BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

Anexo nº1: Link a hojas de características técnicas



ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1: Distintos niveles de Switches según prestaciones.....	23
Figura 2: Switches compactos para arquitecturas redundantes o en forma de anillo.....	23
Figura 3: Topología en forma de anillo.....	23
Figura 4: Arquitectura de control del túnel.....	24
Figura 5: Clases de direcciones IP.....	27
Figura 6: Ejemplo de Gateway entre dos redes.....	28
Figura 7: Esquema de red Ethernet.....	29
Figura 8: Redes NetLinx.....	30
Figura 9: Arquitectura del autómatas CompactLogix.....	36
Figura 10: Autómatas CompactLogix	37
Figura 11: Borneros precableados para cablear en la parte baja del cuadro eléctrico.....	42
Figura 12: Componentes de las E/S distribuidas Point I/O.....	44
Figura 13: Carga cuadrática.....	45
Figura 14: Especificaciones básicas los variadores PowerFlex 400.....	46
Figura 15: Software de comunicaciones RSLinx.....	49
Figura 16: Drivers en RSLinx.....	50
Figura 17: Entorno RSLogix 5000 en ladder.....	51
Figura 18: Parámetros de entrada del variador configurados por defecto.....	54
Figura 19: Parámetros de salida configurados por defecto.....	55
Figura 20: Perfil del variador PowerFlex 400 en el RSLogix 5000.....	60
Figura 21: Menú principal del SCADA.....	61
Figura 22: Creación de la ruta para coger datos del PAC.....	62
Figura 23: Navegador del SCADA FTVIEW Studio SE para acceder a los tags del autómatas.....	63
Figura 24: Modem Radio de la firma RADIOLINX.....	66
Figura 25 :Conexión de PC de mantenimiento con Autómatas remotos vía MODEM radio PROLINX ...	66
Figura 26: Conexión de dos PLCs de Allen Bradley vía MODEM radio de PROLINX.....	66
Figura 27: Conexión remota vía MODEM GSM/GPRS modelo FASTRACK de WAVECOM.....	67
Figura 28: Comunicación remota vía MODEM EWON.....	68
Figura 29: Modem de conexión analógica.....	69
Figura 30: Conexión remota a través de una modem analógico convencional.....	70
Figura 31: Acceso a la configuración de la tarjeta de red de un PC	71
Figura 33: Localización de la dirección del Gateway al que estamos conectados.....	76
Figura 34: Redireccionamiento de puertos en router Thomson.....	77
Figura 35: Command Prompt de Windows.....	78
Figura 36: Servidor web de la tarjeta de red del autómatas CompactLogix.....	79
Figura 37: Driver Ethernet del software RSLinx.....	80
Figura 38: Driver Ethernet/IP del software RSLinx.....	82
Figura 39: Driver “Remote Devices via Linx Gateway”	82
Figura 40: Arquitectura del autómatas CompactLogix.....	91
Figura 41: Arquitectura del autómatas CompactLogix con tres bancos.....	93
Figura 42: Arquitectura del autómatas CompactLogix con un banco.....	93
Figura 43: Cable de comunicación serie cruzado.....	93
Figura 44: Cable de comunicación Ethernet cruzado.....	94
Figura 45: Cableado de una tarjeta de entradas digitales.....	95
Figura 46: Cableado de una tarjeta de salidas digitales.....	97
Figura 48: Cableado de las entradas y salidas digitales Point I/O.....	98
Figura 49: Cableado de las entradas y salidas analógicas Point I/O.....	99
Figura 50: Cable de red apantallado.....	100



ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1: Características técnicas del túnel.....	11
Tabla 2: Conexiones de las CPUs de CompactLogix.....	32
Tabla 3: Compactibilidad de tarjetas de E/S distribuidas con CPUs de CompactLogix.....	33
Tabla 4: Conectividad de terminales de operador a diversas redes.....	35
Tabla 5: Características técnicas básicas de los controladores Logix.....	38
Tabla 6: Características de las fuentes de alimentación de CompactLogix.....	39
Tabla 7: Funcionamiento de las entradas y salidas locales digitales.....	40
Tabla 8: Velocidad de escaneo de los módulos.....	41
Tabla 9: Consumo de cada tarjeta local de CompactLogix.....	43
Tabla 10: Filtros necesarios según la potencia del variador.....	46
Tabla 11: Estimación de la memoria ocupada en un programa con procesador Logix	52
Tabla 11: Puertos utilizados por el software de Rockwell Software a través de protocolo TCP/ UDP...	75
Tabla 12: Hardware de construcción de la maleta demo.....	90



CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

- PRESENTACION

- ESTRUCTURA DEL PROYECTO



CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

1.1 PRESENTACION

Se redacta el presente proyecto “**AUTOMATIZACION DE UN TUNEL DE CARRETERAS, CON DOBLE SENTIDO DE CIRCULACION**”, de 1 km de longitud. El proyecto tiene por objeto definir y valorar el funcionamiento automático de las instalaciones a estudiar, así como su control desde un edificio terminal situado a 200 metros de distancia y desde cualquier punto del mundo a través de la web. Comenzaremos estudiando las características básicas de las instalaciones de un túnel de estas características. Continuaremos proponiendo una arquitectura de control capaz de gestionar dichas instalaciones. Estudiaremos a continuación la red de comunicaciones más eficiente y de más fácil instalación que nos pueda servir para comunicar nuestros equipos de control con los de supervisión y que nos de un fácil acceso a internet. Estudiaremos el hardware y el software necesario para éste tipo de instalaciones. Evaluaremos un presupuesto real de lo que supondría el hardware, el software, la programación y la puesta en marcha de éste sistema de control. Por último construiremos una maleta de demostración que pueda simular el comportamiento de ésta instalación.

1.2 ESTRUCTURA DEL PROYECTO

- Estudio de las instalaciones típicas en un túnel
- Estudio de diferentes arquitecturas de control posibles
- Estudio de los diferentes tipos de hardware posibles
- Estudio de las posibles redes de comunicación viables para el proyecto
- Estudio de los diferentes tipos de SCADAs posibles
- Estudio del hardware seleccionado
- Estudio del software seleccionado
- Presupuesto
- Construcción de una maleta de demostración que simule el control del túnel



CAPÍTULO 2

2. SITUACION ACTUAL

- SITUACION ACTUAL

- DESCRIPCION GENERAL DEL TUNEL



CAPÍTULO 2

2. SITUACION ACTUAL

El túnel objeto del proyecto se ha supuesto que no tenga en la actualidad automatizada ninguna de sus instalaciones (alumbrado, ventilación,...). Por lo tanto carecerá de sistemas de control.

En el caso de la instalación de iluminación, suponemos que no existen tramos de adaptación para la visión del conductor que, en un día soleado, se supondrá en condiciones anteriores al estudio, que pasa bruscamente de un nivel luminoso superior a 50000 lux en el exterior del túnel a un nivel de 0,5 lux al entrar en el túnel. Es sobradamente conocida la disminución, o incluso pérdida momentánea de la visión que ello produce en el conductor, y consecuentemente, los problemas de seguridad que conlleva. Además, debido a la longitud del túnel (1 Km), será necesario una ventilación forzada, detectores de acumulación de gases, así como instalaciones adecuadas para el drenaje del túnel, sistemas de señalización y emergencia que hagan posible el uso de todo el conjunto de una forma segura y satisfactoria. Todo ello deberá ser controlado por un sistema automático, y además ser accesible desde una Terminal de operaciones situada en un edificio de control próximo e incluso vía ADSL desde cualquier lugar del mundo donde se encuentre la central de la empresa responsable de la explotación de ésta instalación.

2.1 DESCRIPCION GENERAL DEL TUNEL

Las características geométricas y de circulación del túnel son las siguientes:

CARACTERISTICAS	DATOS
Longitud	1 Km
Anchura de calzada	8 m
Altura	7m
Arcén y acera derecha	0,76m
Arcén y acera izquierda	0,76m
Gálibo	5m
Sentido de circulación	Doble
Velocidad máxima	80 Km/h

Tabla 1: Características técnicas del túnel



Se trata de un túnel de carretera, en campo abierto, situado en una zona supuesta a alta luminosidad, con capacidad para soportar tráfico denso de vehículos pesados, y con gálibo relativamente reducido para los dos carriles de circulación.



CAPÍTULO 3

3. PRESCRIPCIONES GENERALES DE LAS INSTALACIONES DE LOS TÚNELES

- **ILUMINACION. CONSIDERACIONES GENERALES**
- **VENTILACION**
- **DRENAJE Y BOMBEO**
- **SEMAFOROS Y EMERGENCIA**
- **TERMINAL DE CONTROL**
- **DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES DEL TÚNEL A
AUTOMATIZAR**



CAPÍTULO 3

3. PRESCRIPCIONES GENERALES DE LAS INSTALACIONES DE LOS TÚNELES

3.1 ILUMINACION. CONSIDERACIONES GENERALES

Para que el tráfico en el interior de los túneles sea seguro y fluido, es preciso que el conductor disponga de la suficiente información visual, de manera que pueda distinguir la geometría del mismo, así como la presencia, o ausencia, de obstáculos y sus movimientos.

La situación más crítica se produce durante el día en la entrada de los túneles “largos”. Se consideran túneles largos aquellos en que su longitud supera en más de siete veces su anchura, y aquellos en los que no se puede distinguir la salida desde la entrada. La salida del túnel es menos problemática, al adaptarse mejor la visión de un nivel de iluminación inferior a uno superior.

Los problemas que se plantean al entrar o circular por un túnel son los siguientes:

- A) Efecto de “agujero negro”: impide al conductor ver el interior del túnel al acercarse, por lo que sería imposible distinguir, dentro del mismo, cualquier obstáculo o posible retención del tráfico.
- B) Efecto de adaptación: producido por el hecho de que, aunque el túnel esté perfectamente iluminado, el ojo humano necesita un tiempo para adaptarse a niveles de iluminación inferiores o superiores; por término medio, éste tiempo es de tres o cuatro segundos, dependiendo de la relación entre niveles de iluminación.
- C) Efecto de parpadeo o efecto “flicker”: según el cual, se consideran molestas las secuencias de puntos brillantes que se repitan en las frecuencias comprendidas entre los 2,5 a 15 ciclos/segundo, lo que limita la instalación de luminarias fuera de una interdistancia entre 1,5 y 9 metros para una velocidad del tráfico en el interior del túnel de 80 Km/h



ZONAS Y REGÍMENES:

Para establecer las debidas condiciones para la adaptación visual, al realizar el estudio luminotécnico de un túnel, deben distinguirse las siguientes zonas dentro del mismo:

1º.- ZONA UMBRAL: (tramo de entrada)

Aparece como fondo sobre el que se destacan los posibles obstáculos que pueda haber en la zona de entrada. Su longitud varía en función de la velocidad del vehículo y del contraste tipo que se establece.

2º.- ZONA DE TRANSICION O ADAPTACION.

Comprendiendo niveles escalonados descendentes en la entrada o ascendentes en la salida, permitiendo que la visión del conductor vaya adaptándose desde los altos niveles hasta la salida.

3º.- ZONA CENTRAL O INTERIOR DEL TUNEL.

En la cual el nivel de iluminación es constante

4º.- ZONA DE SALIDA.

En ella, se refuerza la iluminación interior de túnel; depende directamente de las condiciones de luz exterior en cada momento. Se establece los siguientes niveles de iluminación:

Nivel 1: Pleno sol.

Nivel 2: Día nublado o crepúsculo

Nivel 3: Nocturno.

Los valores de estos niveles de iluminación dependerán del carácter del túnel (urbano o interurbano), su densidad de tráfico, su ubicación geográfica (entorno natural y orientación), su sentido de circulación, y sus características constructivas (anchura, altura, pavimento y recubrimiento).

Referente al último punto se han de hacer las siguientes puntualizaciones:

- a) En cuanto a las zonas de acceso a los túneles, es aconsejable disminuir al máximo la luminancia, ya sea con paralúmenes artificiales, oscureciendo al máximo el pavimento, etc, de manera que se pueda conseguir un salto respecto a la luminancia interior del túnel inferior a 15:1
- b) Para evitar posibles deslumbramientos molestos en el interior del túnel, los recubrimientos altos de las paredes y techos han de ser oscuros, con el mínimo factor de reflexión.



c) En cuanto a la determinación del nivel de iluminación en la zona umbral, será a partir de un día claro “a pleno sol” (nivel 1), desde donde se efectuarán los diferentes apagados para conseguir el resto de los niveles, teniendo en cuenta todos los factores antes mencionados.

En el caso concreto que nos ocupa, el nivel “a pleno sol” (nivel 1) requerido en la zona umbral sería el siguiente (en candelas por metro cuadrado, cd/m^2 y su equivalencia, lux):

L, entradas = 100 cd/m^2 , 1500 lux .

El nivel de iluminación nocturno de todo el túnel será de 6 cd/m^2 , nivel superior al requerido para el alumbrado de vía públicas debido a las especiales circunstancias del tráfico en los túneles (local cerrado, ruido, mayor riesgo, ...) ($4 - 5 \text{ cd/m}^2$ $50 - 60 \text{ lux}$).

Las uniformidades, debido a las especiales condiciones de circulación en un túnel, deberán ser mayores a las requeridas en el alumbrado exterior.

Estos valores coinciden con los recomendados por el MOPT, O.C: 248/74 y E. Noviembre 1974.

3.2. VENTILACIÓN

Debido a la longitud del túnel, se hace evidente la necesidad de una ventilación apropiada para la eliminación de gases nocivos que puedan acumularse en el interior de la instalación. La ventilación será pues forzada, mediante turbinas movidas por motores eléctricos que serán accionados por variadores de frecuencia para reducir el consumo energético, y el conducto de ventilación será el mismo túnel. Unos detectores de gases CO_2 y CO repartidos por todo el trayecto asegurarán que la ventilación sea óptima en cada momento.

3.3. DRENAJE Y BOMBEO

Para asegurar una mayor longevidad y evitar que posibles filtraciones de agua que corten la vía o la deterioren, se instalará un sistema de drenaje y bombeo artificial mediante el uso de bombas, repartidas estratégicamente por el túnel y accionadas por variador de frecuencia para disminuir el consumo energético. Éstas bombas serán eléctricas, y de una potencia y caudal de drenaje adecuados a las necesidades del proyecto.

3.4 SEMAFOROS Y EMERGENCIA

En las entradas al túnel, se instalarán semáforos para poder indicar a los usuarios si la vía está cortada o en funcionamiento. Así mismo, habrá repartidos por todo el trayecto puntos de señalización de emergencia, para que en el caso de que algún usuario se



encuentre en una situación de ese tipo, pueda informar al Centro de Control, e indicar su posición. Así mismo, los indicadores visuales del túnel señalarán que hay una situación de emergencia en el interior con destellos intermitentes y la iluminación de los semáforos en ámbar.

3.5. TERMINAL DE CONTROL

En un edificio de control próximo al túnel, deberá existir una Terminal, desde la que se pueda actuar y supervisar el sistema de control.

El sistema SCADA de control y supervisión estará conectado a Ethernet y se comunicará con el PLC, siendo éste último el que tendrá por misión la de controlar el conjunto de elementos de la instalación, y su control automático, así como transmitir la información de sus estados al edificio de control.

También deberá ser posible hacer una supervisión y un control de la instalación desde las oficinas centrales de la empresa a la cual se contrate el mantenimiento del túnel. Para ello se utilizará la red Internet. Opcionalmente si se desea tener garantizada una seguridad de comunicación y de velocidad será conveniente contratar con un proveedor de servicios de Internet una VPN (Virtual Private Network)

3.6. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES DEL TÚNEL A AUTOMATIZAR

Instalacion	Equipamiento	Unidades: Señales/ Ordenos x Unidad	Unitarios				Totales					
			EA	ED	SA	SD	Ethernet/IF	EA	ED	SA	SD	Ethernet/IF
Ventilacion	Ventilador impulsion arie fresco	3 Sonda PT-100 (Temperatura cojinetes)	1					3				
		Sonda de deteccion de vibraciones	1					3				
		Vibraciones alarma		1					3			
		Proteccion sobretensiones		1					3			
		Interruptor magnetotérmico		1					3			
		Interruptor diferencial		1					3			
		Relé PTC (alarma y desconexion)		2					6			
		Marchaparo						2				6
		Velocidad						1				3

18



PROYECTO FIN DE CARRERA

Señalización	Grupo de semafórico (salida)	1	Semaforo apagado/encendido						1													1
			Semaforo en verde						1													1
			Semaforo en ambar intermitente						1													1
			Semaforo en ambar fijo						1													1
			Semaforo en rojo						1													1
			Estado circuitos de alimentacion, led,..						1													1
			Apagar semaforo						1													1
			Activar verde						1													1
			Activas ambar-intermitente						1													1
			Activar ambar fijo						1													1
			Activar rojo						1													1
			Total Grupo semafórico (salida)						0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	11	
	Carriles de circulacion	1	Habilitar carril derecho					1								1						
			Desabilitar carril derecho					1								1						
			Habilitar carril izquierdo					1								1						
			Desabilitar carril izquierdo					1								1						
			Total carriles de circulación					0	4	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	
	Barrera de entrada	1	Habilitar barrera de entrada					1								1						
			Desabilitar barrera de entrada					1								1						
			Barrera de entrada bajada					1								1						
			Barrera de entrada subida					1								1						
			Total barrera de entrada					2	2	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	
	Barrera de salida	1	Habilitar barrera de entrada					1								1						
			Desabilitar barrera de entrada					1								1						
			Barrera de entrada bajada					1								1						
			Barrera de entrada subida					1								1						
			Total Barrera de salida					2	2	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	
	Panel grafico	1	Panel encendido/apagado												1							1
			Estados funcionamiento panel												1							1
			Estado comunicación con panel												1							1
			Error en secuencia de panel												1							1
			Apagar panel												1							1
			Enviar mensaje a representar												1							1
			Total panel gráfico					0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	6	
Alimentacion electrica	Cuadro electrico general	1	Alarmas	2	160		25						2	160		25						
			Total cuadro electrico general	2	160	0	25	0	2	160	0	25	0	2	160	0	25	0	0	0	0	
	Cuadro de incendios	1	Alarmas		30		2							30		2						
			Total cuadro de incendios	0	30	0	2	0	0	30	0	2	0	0	30	0	2	0	0	0	0	
	Cuadro de seguridad	1	Alarmas		45		2							45		2						
			Total cuadro de seguridad	0	45	0	2	0	0	45	0	2	0	0	45	0	2	0	0	0	0	
	Cuadro de servicios exteriores	1	Alarmas		45		10							45		10						
			Total cuadro de servicios exteriores	0	45	0	10	0	0	45	0	10	0	0	45	0	10	0	0	0	0	



CAPÍTULO 4

4. ARQUITECTURA DE CONTROL

- AUTOMATIZACIÓN
- ESQUEMA DE LA ARQUITECTURA DEL TUNEL



CAPÍTULO 4

4. ARQUITECTURA DE CONTROL

4.1 AUTOMATIZACIÓN

Para la automatización de todos éstos sistemas usaremos autómatas ALLEN BRADLEY de última generación, tipo **CompactLogix**. El interface de control será una pantalla táctil PanelView Plus 600 comunicada a través de red Ethernet en topología anillo con protocolo Ethernet/IP. Debido a las distancias entre el edificio de control y la posición del autómata, utilizaremos conversores y repetidores de fibra óptica para salvar éstas distancias. Las señales de control serán recogidas y comandadas a través de módulos de entradas y salidas distribuidas tipo Point I/O.

Queremos una red que nos proporcione alta disponibilidad, tenemos dos opciones para hacer esto; elegir una topología de bus redundante en la que todos los elementos se duplican o elegir una topología en forma de anillo que aunque no nos da tanto nivel de disponibilidad como la de bus redundante sí que es muy apropiada en relación disponibilidad /precio puesto que no tenemos que duplicar los switches.



Soluciones - INDUSTRIAL NETWORKING

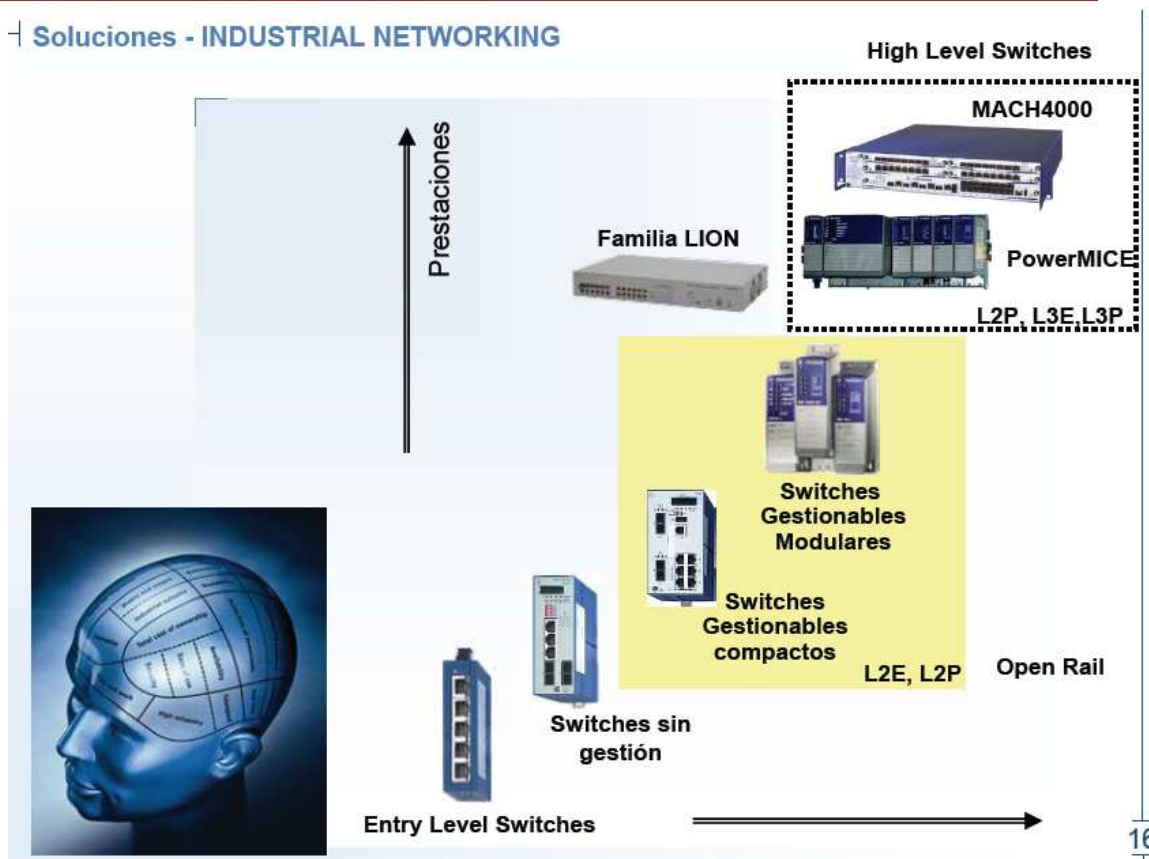


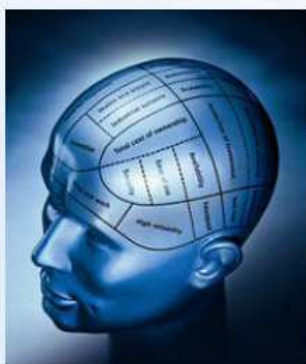
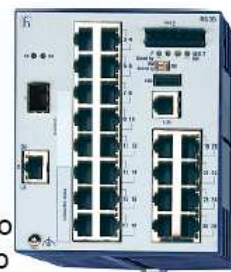
Figura 1: Distintos niveles de Switches según prestaciones

† Soluciones - INDUSTRIAL NETWORKING

Open Rail. Switches Compactos de carril DIN para arquitecturas redundantes

Para redes Ethernet Industrial, Fast Ethernet y Gigabit Ethernet de Alta Disponibilidad. 4, 8, 16 y 24 puertos

- Alta disponibilidad de la red y del sistema, haciendo uso de redundancia de medio físico (par trenzado o fibra óptica y algoritmos propietarios o estándares (HIPER-Ring o Rapid Spanning Tree)
- Diseño industrial comparable al de los equipos terminales PLC ó PC industriales (temperatura de operación desde -40 °C hasta +70 °C, sin ventilación forzada)



- Fuente de alimentación redundante a 24VDC
- Ahorro de tiempo en la puesta en marcha con tecnología Plug & Play . ACA USB
- Soportan gestión TELNET, WEB y SNMP

Los switches redundantes son particularmente apropiados para Redes de Alta Disponibilidad

Figura 2: Switches compactos para arquitecturas redundantes o en forma de anillo

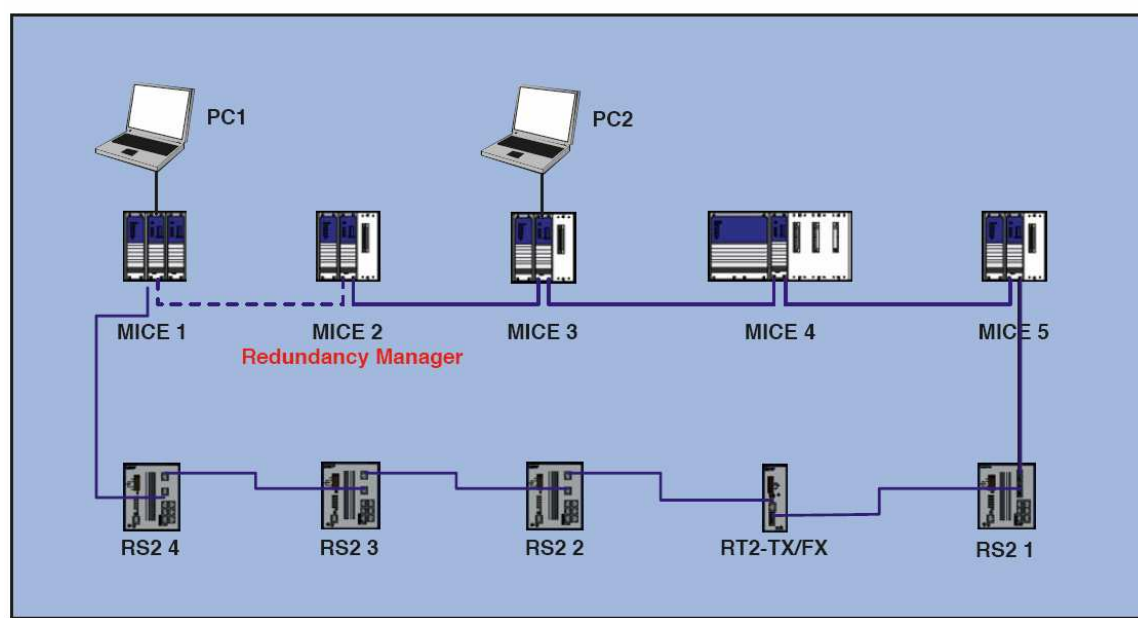




Figura 3: Topología en forma de anillo

4.2 ESQUEMA DE LA ARQUITECTURA DEL TUNEL

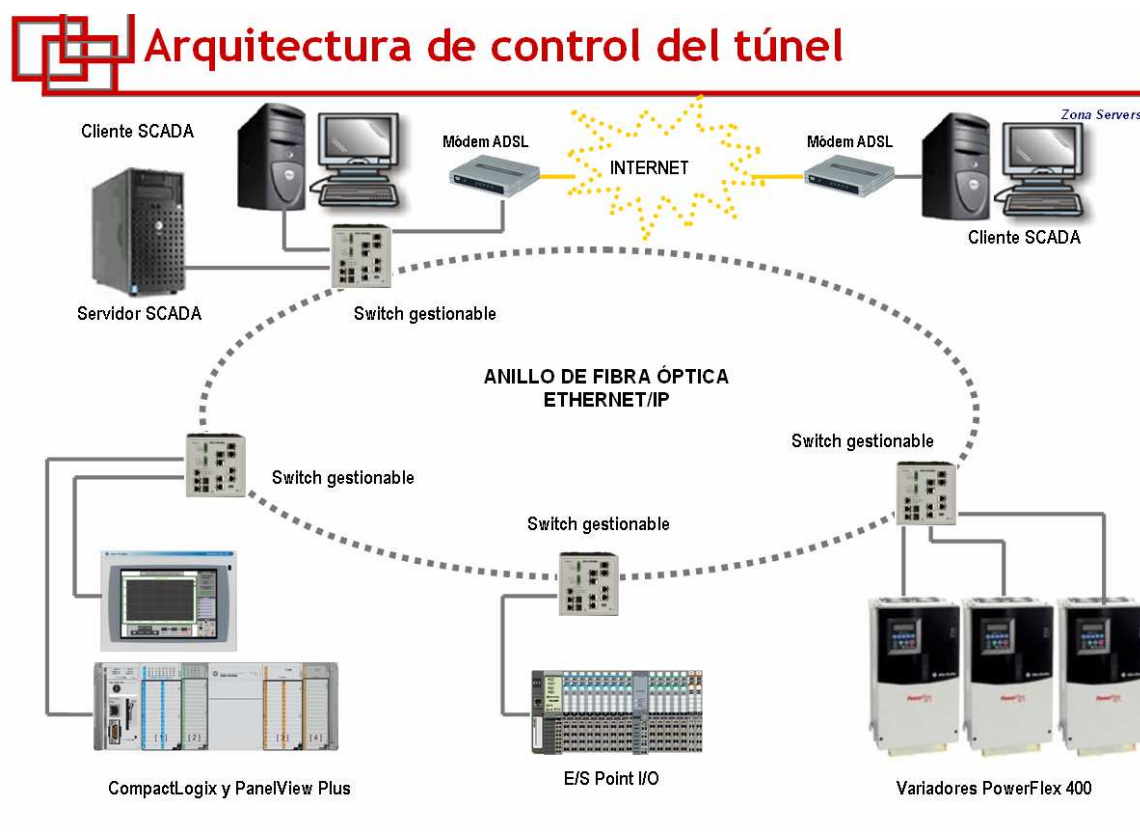


Figura 4: Arquitectura de control del túnel



CAPÍTULO 5

5. ETHERNET Y ETHERNET/IP

- **ETHERNET**
- **ETHERNET/IP**
- **PROTOCOLO CIP Y CONEXIONES**



CAPÍTULO 5

5. ETHERNET Y ETHERNET/IP

5.1 ETHERNET

Fundamentalmente, Ethernet es un cable que conecta computadoras y dispositivos periféricos para que se comuniquen e intercambien información. El cable usado para la red se conoce como “medio físico”. Además de los medios físicos, todas las redes Ethernet aceptan protocolos que proporcionan una transferencia de datos sofisticada y la funcionalidad de administración de redes.

Protocolo TCP/IP

El protocolo TCP/IP es un protocolo de nivel de transporte (TCP) y un protocolo de nivel de red (IP) comúnmente usado en los sectores comerciales para proporcionar la comunicación dentro de redes. La tarjeta Ethernet del autómatas CompactLogix usa TCP/IP para los mensajes “explícitos”, es decir, mensajes que no tienen tiempos críticos, tales como carga o descarga de programas, comunicación con SCADAs o con paneles de operador, es decir envío de mensajería no crítica.

Protocolo UDP

UDP es un protocolo de transporte mucho más simple. No tiene conexiones y proporciona una capacidad muy sencilla de enviar datagramas entre dos dispositivos. El UDP es usado por aplicaciones que implementan su propio handshaking entre dispositivos y requieren solamente un servicio mínimo de transporte. El UDP es más pequeño, más sencillo y más rápido que el TCP. Nuestro autómatas CompactLogix utiliza UDP para la transmisión de mensajes de E/S en tiempo real (“mensajes implícitos”)

Ethernet/IP

Ethernet/IP aplica un nivel de aplicación continua común a Ethernet agrupando los mensajes en TCP/UDP/IP. Este nivel de aplicación común es el protocolo de control en información CIP (Common Industrial Protocol) que proporciona la interoperación y la capacidad de intercambio de dispositivos industriales de automatización y control en Ethernet. Ethernet/IP acepta las E/S en tiempo real (mensajes “implícitos”) y los mensajes explícitos.



Dirección IP

La dirección IP identifica cada nodo de la red IP (o sistemas de redes conectadas). Cada nodo TCP/IP en una red debe tener una dirección IP única.

La dirección IP tiene una longitud de 32 bits y cuenta con una parte de identidad de red y con una parte de identidad de computadora principal. Cada red podrá ser de clase A, clase B o clase C. La clase de la red determina cómo se configura una dirección IP

	0	1		8		16		24		31
Clase A	0	identidad de red				identidad de computadora principal				
	0	1		8		16		24		31
Clase B	1	0	identidad de red				identidad de computadora principal			
	0	1		8		16		24		31
Clase C	1	1	0	identidad de red				identidad de computadora principal		

Figura 4: Estructura de una dirección IP

Cada nodo en la misma red física debe tener una dirección IP de la misma clase y debe contar con la misma identidad de red. Cada nodo en la misma red debe tener una dirección IP única. Las direcciones IP se escriben como cuatro números enteros decimales (0 a 255) separados por puntos donde cada número entero proporciona el valor de un byte de la dirección IP.

Podemos determinar la clase de una dirección IP según el primer número entero en la dirección IP:

Rango del primer número entero	Clase	Rango del primer número entero	Clase
0 a 127	A	192 a 223	C
128 a 191	B	224 a 255	otros

Figura 5: Clases de direcciones IP

En nuestra maleta de simulación las direcciones IPs asignadas son todas de clase C y corresponden a:

192.168.1.2 Tarjeta Ethernet del autómata CompactLogix

192.168.1.10 Variador que simula el accionamiento de un motor de ventilación del túnel

192.168.1.20 Panel de operador para supervisar localmente el funcionamiento de la instalación



192.168.1.40 Entradas y salidas distribuidas Point I/O

192.168.1.30 Ordenador de ingeniería y SCADA

Gateway

Un Gateway conecta redes físicas individuales a un sistema de redes. Cuando un nodo necesita comunicarse con un nodo de otra red, un Gateway transfiere los datos entre las dos redes. La figura siguiente muestra como el Gateway G conecta la red 1 con la red 2. En nuestro sistema el Gateway tendrá dos direcciones, una interna que será 192.168.1.1 y otra externa que será la dirección IP pública que nos asigne el proveedor de servicios de Internet de la zona donde se encuentre el túnel.

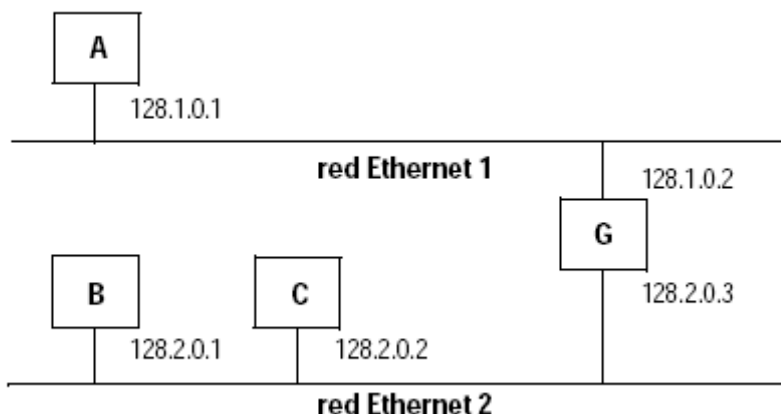


Figura 6: Ejemplo de Gateway entre dos redes

Mascara de subred

El direccionamiento de subred es una extensión del esquema de dirección IP que permite que un sitio use una sola identidad de red para múltiples redes físicas. En nuestro sistema la máscara de red será 255.255.255.0

Configuración de direcciones IP

Debemos configurar la tarjeta Ethernet del autómata, configurar su dirección IP, la dirección del Gateway y la de la máscara de subred. Para ello debemos utilizar cualquier software genérico BOOTP o un servidor DHCP. En nuestro caso hemos utilizado el software BOOTP-DHCP Server.





5.2 ETHERNET/IP

Funciones de la tarjeta

Las funciones de la tarjeta Ethernet que va embebida en el procesador son:

- uso de mensajes Ethernet/IP agrupados dentro del protocolo TCP/UDP/IP
- nivel de aplicación común con las otras redes con las que trabaja habitualmente Rockwell Automation (ControlNet y DeviceNet)
- interconexión mediante los medios físicos AUDI y 10-Base-T
- comunicar con el software RSLinx

NOTAS:

- No se requiere priorización de la red
- No se requieren tablas de encaminamiento debido a que el enrutamiento del mensaje va implícito en el protocolo CIP

Que hace el módulo

La tarjeta de Ethernet realiza dos tareas principales:

1. El control de datos de E/S en tiempo real (también conocido como “Mensajes Implícitos”) en combinación con el procesador del autómata. La tarjeta Ethernet puede servir de adaptador que interconecta los módulos de E/S o bien como escáner que envía y recibe datos entre el controlador y la red.

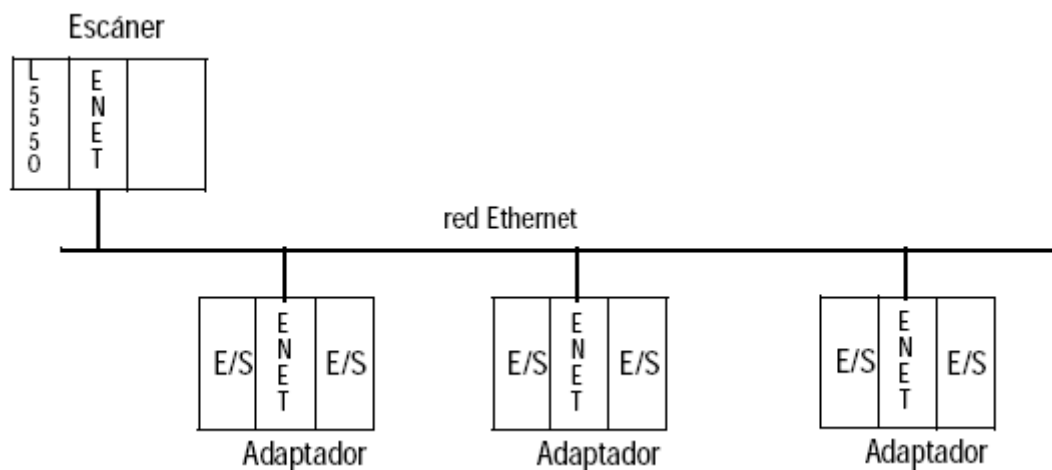


Figura 7: Esquema de red Ethernet



2. Compatibilidad de datos mensajes para la información de configuración y programación, interfaces de operador, etc. (también conocida como “Mensajes explícitos”)

5.3 PROTOCOLO CIP Y CONEXIONES

Uso del protocolo de control en información

La tarjeta Ethernet usa el protocolo de control en información CIP (Common Industrial Protocol). El CIP es el protocolo de nivel de aplicación especificado para Ethernet/IP y para las redes ControlNet y DeviceNet.



Figura 8: Redes NetLinx

Es un protocolo basado en mensaje que implementa una ruta alternativa para enviar un mensaje desde el dispositivo “productor” en un sistema a los dispositivos “consumidores”. El dispositivo productor contiene la información de ruta que dirige el mensaje por la ruta correcta a los consumidores. Puesto que el dispositivo productor contiene esa información, los otros dispositivos en la ruta simplemente pasan esa información, no es necesario que la almacenen. Esto nos da dos principales ventajas:

- No es necesario configurar tablas de encaminamiento en el módulo de conexión en puente, lo cual simplifica muchísimo el mantenimiento y recambio del módulo.
- Mantenemos el control completo de la ruta usada por cada mensaje, lo cual nos permite seleccionar rutas diversas para el mismo destino

Descripción del modelo productor - consumidor



El protocolo CIP usa el modelo de conexión de red “productor/consumidor”, el cual reemplaza el modelo anterior de maestro/esclavo. El modelo productor/consumidor reduce el tráfico de la red y aumenta la velocidad de transmisión. En los sistemas de E/S tradicionales, los controladores encuestan los módulos de entrada para obtener el estado de la entrada. En el modelo productor/consumidor el procesador no encuesta los módulos de entradas sino que cuando se produce un COS (cambio de estado) el propio módulo realiza una “difusión múltiple”, produce un dato que consume el procesador. El procesador también puede producir datos que otros procesadores consuman.

RPI (intervalo entre paquetes solicitado)

El RPI es la velocidad de actualización especificada para una porción determinada de datos en la red. Se puede especificar el RPI para un rack entero (usando la conexión de rack optimizado) o para un módulo determinado (usando la conexión directa) Cuando añadimos un módulo necesitamos definir el RPI. Este valor especifica la frecuencia de producción de datos de dicho módulo. Por ejemplo si se especifica un RPI de 50ms, significa que como máximo cada 50ms el módulo de E/S debe enviar los datos al controlador o que el controlador debe enviar los datos al módulo de E/S. Éste es realmente el determinismo que conseguimos con Ethernet/IP. **Realmente con Ethernet/IP no podemos asegurar como en otras redes absolutamente deterministas (como ControlNet) que el refresco de un dato se vaya a producir exactamente cada ciertos milisegundos, pero lo que sí podemos decir es que con las velocidades de Ethernet (actualmente ya en el Gbps) haciendo una gestión adecuada del tráfico de red con switches gestionables la probabilidad de que el refresco de un dato se haga en un tiempo menor que el que hemos prefijado es muy elevada.**

Compatibilidad con conexiones directas y de rack optimizado

La tarjeta de Ethernet tiene que ser compatible con las conexiones directas así como con las de rack optimizado. Una conexión directa es un vínculo de transferencia de datos en tiempo real entre el controlador y el dispositivo que ocupa la ranura a la cual se refieren los datos de configuración. Una conexión de rack optimizado es una agrupación de datos desde más de un módulo de E/S en un solo bloque de datos enviado mediante una sola conexión.

Las conexiones de rack optimizado reducen el número total de conexiones necesarias para transferir los datos cuando se usan muchos vínculos de E/S en un sistema.

Aunque las conexiones de rack optimizado representan un método eficaz de usar los recursos hay algunas restricciones:

1. Podemos usar conexiones de rack optimizado solamente para enviar datos a y desde los módulos de E/S digitales discretas. Las E/S analógicas requieren conexiones directas.



2. Las conexiones de rack optimizado pueden contener solamente datos de E/S e información de estado. No pueden contener información adicional acerca del módulo, tales como diagnósticos.
3. Todos los datos se envían simultáneamente a la velocidad RPI (intervalo entre paquetes solicitados) de la tarjeta Ethernet, independientemente de un COS (Cambio de estado) en un módulo determinado.

En nuestro caso consumiremos una conexión por cada uno de los paquetes de E/S distribuidas agrupados que cuelguen de la misma cabecera, siempre y cuando todas las tarjetas sean digitales. En los paquetes que tengan tarjetas analógicas el número de conexiones de ese paquete será igual a el número de tarjetas analógicas mas uno. Esto podemos hacerlo gracias a que podemos combinar los dos modos de comunicación. Los módulos de E/S configurados para usar la optimización de racks se comunicarán a la velocidad RPI (intervalo entre paquetes solicitados) configurada para la tarjeta Ethernet. Los módulos de E/S configurados para la comunicación directa se comunicarán al RPI fijo e ignorarán el RPI del módulo Ethernet.

b

Características de las tarjetas Ethernet/IP embebidas en los procesadores CompactLogix

A continuación podemos ver el número máximo de conexiones permitidas por cada una de las tarjetas de Ethernet/IP que incorporan el autómatas CompactLogix.

No. Cat.	Velocidad de comunicación	Conexiones aceptadas, máx.	Conector	Disipación de energía	Corriente del backplane (mA) a 5 V	Corriente del backplane (mA) a 24 V	Distancia respecto a la fuente de alimentación eléctrica
1769-L32E	10/100 Mbps	Cada módulo tiene un máximo de: • 64 conexiones TCP/IP • 32 conexiones Logix (E/S e información)	RJ-45	4,74 W	660 mA	90 mA	4 módulos
1769-L35E	10/100 Mbps			4,74 W	660 mA	90 mA	4 módulos
1761-NET-ENI	10/100 Mbps			—	0 mA	50 mA	—

Tabla 2: Conexiones de las CPUs de CompactLogix

Como podemos ver en la tabla disponemos de 64 conexiones para enviar mensajes explícitos y 32 conexiones para enviar mensajes implícitos (tiempo real). Tenemos que intentar no acercarnos demasiado al número máximo de conexiones para asegurarnos que dejamos siempre alguna libre para conectarnos con un PC o para conectar un panel de operador

Compatibilidad de las entradas y salidas distribuidas con procesadores CompactLogix vía Ethernet/IP



Las tarjetas de Entradas/Salidas distribuidas que vamos a utilizar son del tipo Point I/O. Comprobamos en la siguiente tabla que pueden ser controladas por el autómatas CompactLogix

Compatibilidad del controlador 1769

Módulos de E/S distribuidas de control

El controlador 1769 CompactLogix puede controlar estos módulos de E/S distribuidas.

Módulos de E/S	1769-L32E, 1769-L35E EtherNet/IP*	1769-L32C, 1769-L35CR ControlNet	DeviceNet®
1732 ArmorBlock	Sí	No	Sí
1734 POINT	Sí	Sí	Sí
1734D POINTBlock	Sí	Sí	Sí
1738 ArmorPoint	Sí	Sí	Sí
1746 SLC	No	No	No
1756 ControlLogix	Sí	Sí	Sí
1769 Compact I/O	No	No	Sí
1771 PLC-5	No	No	No
1790 CompactBlock LDX	No	No	Sí
1791D CompactBlock	No	No	Sí
1792D ArmorBlock MaXum	no	no	sí
1794 FLEX I/O	Sí	Sí	Sí
1797 FLEX Ex‡	Sí	Sí	No
1798 FLEX Armor	No	No	Sí
1799 incorporado	No	No	Sí

*Los controladores que no son EtherNet/IP CompactLogix requieren una interface 1761-NET-ENI para conectarse a una red EtherNet/IP. Esta interface es únicamente un puente de transmisión de mensajes.

®Para controlar las E/S, use un escáner 1769-SDN para conectar el controlador a la red DeviceNet.

‡Inserte una pareja de módulos 1797-BIC y 1797-CEC para aislar los módulos FLEX Ex I/O de la sección del sistema que no cuenta con seguridad intrínseca.

Tabla 3: Compatibilidad de tarjetas de E/S distribuidas con CPUs de CompactLogix

La visualización del sistema de control la vamos a realizar desde el dispositivo PanelView Plus y desde el SCADA FTView SE Station. Comprobamos en la siguiente tabla que nuestro autómatas CompactLogix es capaz de comunicarse con éste equipo de visualización a través de la red Ethernet/IP



Comunicación con dispositivos de visualización

El controlador 1769 CompactLogix puede comunicarse con estos dispositivos de visualización.

Dispositivos de visualización	EtherNet/IP*	ControlNet	DeviceNet®	RS-232 (DF1)	DH-485
Terminal 2711P PanelView Plus	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Computadora 6182H VersaView CE	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Terminal 2711 PanelView	Sí	Sí	Sí	Sí†	Sí†
Terminal 2711 e PanelView	No	No	No	No	No
Módulo de operador 800E, 800T RediSTATION/RediPANEL	No	No	Sí	No	No
Pantalla de mensajes 2706 InView	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Pantalla de mensajes 2706 DL40 DataLiner	No	No	No	Sí	No
Pantalla de mensajes 2706 DL, DL50 DataLiner	No	No	No	Sí	No
Interface de operador 2707 DTAM Plus	No	No	Sí	Sí†	Sí†

*Los controladores que no son EtherNet/IP CompactLogix requieren una interface 1761-NET-ENI para conectarse a una red EtherNet/IP. Esta interface es únicamente un puente de transmisión de mensajes.

® Para acceso a DeviceNet use ya sea un escáner 1769-SDN (control de E/S y envío/recepción de mensajes) o una interface 1761-NET-DNI (puente para transmisión de mensajes).

†Utilice asignación PLC/SLC.

Tabla 4: Conectividad de terminales de operador a diversas redes



CAPÍTULO 6

6. DESCRIPCION DEL HARDWARE

- HARDWARE DEL AUTÓMATA**
- HARDWARE DE LAS ENTRADAS Y SALIDAS DISTRIBUIDAS**
- HARDWARE DE LOS VARIADORES DE FRECUENCIA**

CAPÍTULO 6

6. DESCRIPCION DEL HARDWARE

6.1 HARDWARE DEL AUTÓMATA

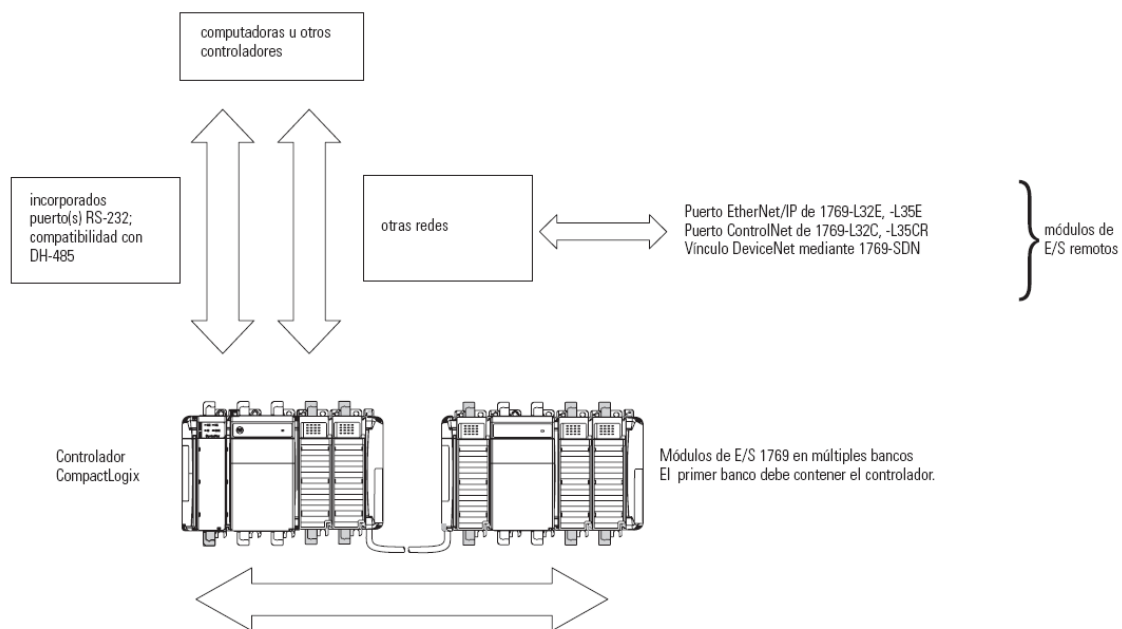


Figura 9: Arquitectura del autómata CompactLogix

El autómata CompactLogix es un PAC (Programmable Automation Controller) de última generación diseñado para aplicaciones de tamaño medio



Figura 10: Autómata CompactLogix

Las características principales de memoria, comunicaciones, tareas y conexiones podemos verlas en la siguiente tabla;

Comparación de controladores Logix

Características comunes	1756 ControlLogix	1756 GuardLogix	1768 CompactLogix	1769 CompactLogix	1789 SoftLogix5800	1794 FlexLogix	PowerFlex 700S2 con DriveLogix
Tareas del controlador: <ul style="list-style-type: none">• Continuas• Periódicas• De eventos	<ul style="list-style-type: none">• 100 tareas• Tareas de eventos: todos los activadores de evento	<ul style="list-style-type: none">• 100 tareas• Tareas de eventos: todos los activadores de evento	<ul style="list-style-type: none">• 16 tareas• Tareas de eventos: tag consumido, instrucción EVENT, eje y activadores de eventos de movimiento	<ul style="list-style-type: none">• 1769-L35x: 8 tareas• 1769-L32x: 6 tareas• 1769-L31: 4 tareas• Tareas de eventos: tag consumido y activadores de la instrucción EVENT	<ul style="list-style-type: none">• 100 tareas• Tareas de eventos: todos los activadores de evento, además de los eventos de salida y Windows	<ul style="list-style-type: none">• 8 tareas• Tareas de eventos: tag consumido y activadores de la instrucción EVENT	<ul style="list-style-type: none">• 8 tareas• Tareas de eventos: activadores de eventos de eje y movimiento
Memoria de usuario	1756-L55M12: 750 KB 1756-L55M13: 1.5 MB 1756-L55M14: 3.5 MB 1756-L55M16: 7.5 MB 1756-L55M22: 750 KB 1756-L55M23: 1.5 MB 1756-L55M24: 3.5 MB 1756-L60M03SE: 750 KB 1756-L61: 2 MB 1756-L62: 4 MB 1756-L63: 8 MB 1756-L64: 16 MB	1756-L61S: 2 MB estándar 1 MB seguridad 1756-L61S: 4 MB estándar 1 MB seguridad	1768-L43: 2 MB	1769-L31: 512 KB 1769-L32x: 750 KB 1769-L35x: 1.5 MB	1789-L10: 2 MB; 3 ranuras; sin movimiento 1789-L30: 64 MB; 5 ranuras 1789-L60: 64 MB; 16 ranuras	1794-L34: 512 KB	256 KB 768 KB con expansión de memoria
Memoria de usuario no volátil	1756-L55M12: ninguno 1756-L55M13: ninguno 1756-L55M14: ninguno 1756-L55M16: ninguno 1756-L55M22: sí 1756-L55M23: sí 1756-L55M24: sí 1756-L6x: CompactFlash	CompactFlash	CompactFlash	CompactFlash	Ninguno	Sí	Sí (memoria de expansión)



PROYECTO FIN DE CARRERA

Puertos de comunicación incorporados	1 puerto RS-232 en serie	1 puerto RS-232 en serie	1 puerto RS-232 en serie	<ul style="list-style-type: none"> 1769-L31: 2 puertos RS-232 1769-L32C, -L35CR: 1 puerto ControlNet y 1 puerto RS-232 en serie 1769-L32E, -L35E: 1 puerto EtherNet/IP y 1 puerto RS-232 en serie 	Depende de la computadora personal	<ul style="list-style-type: none"> 1 puerto RS-232 en serie 2 ranuras para tarjetas de comunicación 1788 	<ul style="list-style-type: none"> 1 puerto RS-232 en serie 1 ranura para tarjetas de comunicación 1788
Opciones de comunicación (existen productos y perfiles específicos en las plataformas para estas opciones. También hay otras opciones disponibles que requieren productos de otras compañías y perfiles genéricos)	<ul style="list-style-type: none"> EtherNet/IP ControlNet DeviceNet Data Highway Plus E/S remotas SynchLink 	<ul style="list-style-type: none"> EtherNet/IP (estándar y-de seguridad) ControlNet (estándar y-de seguridad) DeviceNet (estándar y-de seguridad) Data Highway Plus E/S remotas SynchLink 	<ul style="list-style-type: none"> EtherNet/IP ControlNet DeviceNet 	<ul style="list-style-type: none"> EtherNet/IP ControlNet DeviceNet 	<ul style="list-style-type: none"> EtherNet/IP ControlNet DeviceNet 	<ul style="list-style-type: none"> EtherNet/IP ControlNet DeviceNet 	<ul style="list-style-type: none"> EtherNet/IP ControlNet DeviceNet
Comunicaciones del puerto en serie	<ul style="list-style-type: none"> ASCII DF1 full/half duplex Módem de radio DF1 DH-485 Modbus 	<ul style="list-style-type: none"> ASCII DF1 full/half duplex Módem de radio DF1 DH-485 Modbus 	<ul style="list-style-type: none"> ASCII DF1 full/half duplex Módem de radio DF1 DH-485 Modbus 	<ul style="list-style-type: none"> ASCII DF1 full/half duplex Módem de radio DF1 DH-485 Modbus 	<ul style="list-style-type: none"> ASCII DF1 full/half duplex Módem de radio DF1 DH-485 Modbus 	<ul style="list-style-type: none"> ASCII DF1 full/half duplex Módem de radio DF1 DH-485 Modbus 	<ul style="list-style-type: none"> ASCII DF1 full/half duplex Módem de radio DF1 DH-485 Modbus
Conexiones	<ul style="list-style-type: none"> 100 ControlNet 128 EtherNet/IP 64 TCP/IP 	<ul style="list-style-type: none"> 48 ControlNet 128 EtherNet/IP 64 TCP/IP 	<ul style="list-style-type: none"> 48 ControlNet 64 EtherNet/IP 32 TCP/IP 	<ul style="list-style-type: none"> 32 ControlNet 32 EtherNet/IP 32 TCP/IP 	<ul style="list-style-type: none"> 48 ControlNet EtherNet/IP limitado por el tipo/número de tarjetas 	<ul style="list-style-type: none"> 32 ControlNet 32 EtherNet/IP 64 TCP/IP 	<ul style="list-style-type: none"> 32 ControlNet 32 EtherNet/IP 64 TCP/IP
Redundancia del controlador	Soporte total:	Ninguno	NA	NA	NA	Copia de respaldo mediante DeviceNet	NA
Movimiento simple	<ul style="list-style-type: none"> Motor paso a paso Servo mediante DeviceNet Variador de CA analógico 	<ul style="list-style-type: none"> Motor paso a paso Servo mediante DeviceNet Variador de CA analógico 	<ul style="list-style-type: none"> Motor paso a paso Servo mediante DeviceNet Variador de CA analógico 	<ul style="list-style-type: none"> Motor paso a paso Servo mediante DeviceNet Variador de CA analógico 	<ul style="list-style-type: none"> Motor paso a paso Servo mediante DeviceNet Variador de CA analógico 	<ul style="list-style-type: none"> Motor paso a paso Servo mediante DeviceNet Variador de CA analógico 	<ul style="list-style-type: none"> Motor paso a paso Servo mediante DeviceNet Variador de CA analógico
Movimiento integrado	SERCOS interface Opciones analógicas: <ul style="list-style-type: none"> Entrada de encoder Entrada LDT Entrada SSI 	SERCOS interface Opciones analógicas: <ul style="list-style-type: none"> Entrada de encoder Entrada LDT Entrada SSI 	SERCOS interface	NA	SERCOS interface Opciones analógicas: <ul style="list-style-type: none"> Entrada de encoder Entrada LDT Entrada SSI 	NA	1 servo total 1 eje de retroalimentación
Lenguajes de programación	<ul style="list-style-type: none"> Escalera de relés Texto estructurado Bloque de funciones SFC 	<ul style="list-style-type: none"> Escalera de relés Texto estructurado Bloque de funciones SFC 	<ul style="list-style-type: none"> Escalera de relés Texto estructurado Bloque de funciones SFC 	<ul style="list-style-type: none"> Escalera de relés Texto estructurado Bloque de funciones SFC 	<ul style="list-style-type: none"> Escalera de relés Texto estructurado Bloque de funciones SFC Rutinas externas (desarrolladas en C/C++) 	<ul style="list-style-type: none"> Escalera de relés Texto estructurado Bloque de funciones SFC 	<ul style="list-style-type: none"> Escalera de relés Texto estructurado Bloque de funciones SFC

Tabla 5: Características técnicas básicas de los controladores Logix



Selección de la fuente de alimentación

No. Cat.	Descripción	Rango de voltajes de funcionamiento	Consumo de potencia, máx.	Capacidad de corriente	Capacidad de alimentación de usuario de 24 VCC (0° a 55°C)	Corriente de entrada al momento del arranque, máx.	Tiempo de sustentación ante pérdida de línea	Protección contra sobrevoltaje	Distancia respecto a la fuente de alimentación eléctrica
1769-PA2	Fuente de alimentación eléctrica de expansión Compact de 124/240 VCA	85...265 VCA (amplio rango; no requiere configuración mediante puente ni microinterruptor), 47...63 Hz	100 VA a 120 VCA 130 VA a 240 VCA	2.0 A* a 5 V 0.8 A® a 24 V	250 mA	25 A a 132 VCA, 10Ω impedancia de surtidor 40 A a 265 VCA, 10Ω impedancia de surtidor	10 ms...10 s	Para +5 VCC y para +24 VCC	8 módulos†
1769-PB2	Fuente de alimentación eléctrica de expansión Compact de 24 VCC	19.2...31.2 VCC	50 VA a 24 VCC	2.0 A* a 5 V 0.8 A® a 24 V	—	30 A a 31.2 VCC	10 ms...10 s		
1769-PA4	Fuente de alimentación eléctrica de expansión Compact de 124/240 VCA	85...132 VCA o 170...265 VCA (seleccionable mediante interruptor), 47...63 Hz	200 VA a 120 VCA 240 VA a 240 VCA	4.0 A* a 5 V 2.0 A® a 24 V	—	25 A a 132 VCA, 10Ω impedancia de surtidor 40 A a 265 VCA, 10Ω impedancia de surtidor	5 ms...10 s		
1769-PB4	Fuente de alimentación eléctrica de expansión Compact de 24 VCC	19.2...32 VCC	100 VA a 24 VCC	4.0 A* a 5 V 2.0 A+ a 24 V	—	30 A a 31.2 VCC	5 ms...10 s		

Certificaciones: UL CSA (Clase I, División 2, Grupo A, B, C, D), CE

Vaya al vínculo Product Certifications en <http://ab.com> para obtener información sobre las declaraciones de conformidad, certificados y otros detalles de certificación.

*2000 mA a 5 V (0...55 °C)

2000 mA a 5 V (55...60 °C)

®800 mA a 24 V (0...55 °C)

800 mA a 24 V (55...60 °C)

† Se pueden conectar hasta 8 módulos de E/S a cada lado de la fuente de alimentación, hasta un máximo de 16 módulos.

▲4000 mA a 5 V (0...55 °C)

4000 mA a 5 V (55...60 °C)

➤2000 mA a 24 V (0...55 °C)

1700 mA a 24 V (55...60 °C)

±4000 mA a 5 V (0...55 °C)

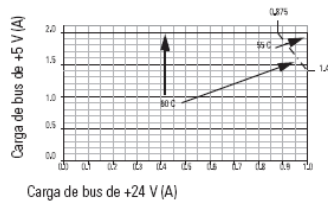
1700 mA a 5 V (55...60 °C)

+2000 mA a 24 V (0...55 °C)

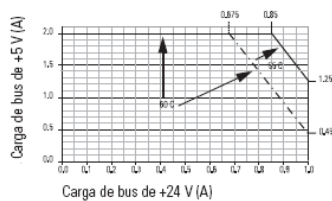
2000 mA a 24 V (55...60 °C)

Reducción de salida del 1769-PA2

Consumo de corriente de +24 V del usuario a 0 A



Consumo de corriente de +24 V del usuario a 0.2 A



Consumo de corriente de +24 V del usuario a 0.25 A

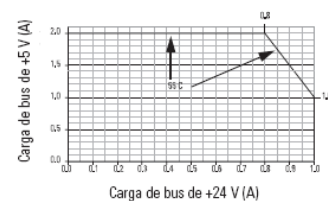


Tabla 6: Características de las fuentes de alimentación de CompactLogix



6.2 HARDWARE DE LAS ENTRADAS SALIDAS LOCALES

Las entradas y salidas locales son adecuadas para controlar instalaciones que estén próximas al cuadro de control situado en la entrada del túnel, por lo tanto desde ellas controlaremos el cuadro de iluminación (situado en la misma sala que el cuadro de control) los semáforos de entrada y la barrera de entrada al túnel. Todas éstas señales a controlar son a 24Vcc por lo tanto las tarjetas de entradas y salidas serán digitales a 24Vcc

El funcionamiento de las tarjetas es el siguiente:

Tipo de módulo:	Descripción:
Módulo de entrada	<p>Un módulo de entrada responde a una señal de entrada de la siguiente manera:</p> <ul style="list-style-type: none">• El filtro de entrada limita el efecto de los fenómenos transitorios de voltaje causados por el rebote de contacto y/o el ruido eléctrico. Si no se filtran, los fenómenos transitorios de voltaje pueden producir datos falsos. Todos los módulos de entrada usan filtro de entrada.• El aislamiento óptico protege a los circuitos lógicos contra posible daño causado por los fenómenos transitorios eléctricos.• Los circuitos lógicos procesan la señal.• El indicador LED de entrada se enciende o se apaga indicando el estado del dispositivo de entrada correspondiente. <p>Respuesta a señal de entrada</p> <pre>graph LR; Entrada --> Filtro[Filtro de entrada]; Filtro --> Aislamiento[Aislamiento óptico]; Aislamiento --> Circuitos[Circuitos lógicos]; Circuitos --> Bus[Bus de E/S]; Bus --> Indicador[Indicador LED];</pre>
Módulo de salida	<p>Un módulo de salida controla la señal de salida de la siguiente manera:</p> <ul style="list-style-type: none">• Los circuitos lógicos determinan el estado de las salidas.• El indicador LED de salida indica el estado de la señal de salida.• El aislamiento óptico separa la lógica del módulo y los circuitos del bus de la alimentación de campo.• El driver de salida activa o desactiva la salida correspondiente. <p>Control de la señal de salida</p> <pre>graph LR; Bus[Bus de E/S] --> Circuitos[Circuitos lógicos]; Circuitos --> Aislamiento[Aislamiento óptico]; Aislamiento --> Salida[Salida de salidas]; Salida --> SalidaFinal[Salida]; Bus --> Indicador[Indicador LED];</pre>

Tabla 7: Funcionamiento de las entradas y salidas locales digitales



Funcionamiento de los módulos Compact I/O

El sistema CompactLogix sigue un modelo productor/consumidor. Los módulos de entrada generan datos para el sistema. Los controladores, los módulos de salida y los módulos especiales producen u consumen datos. El modelo productor/consumidor utiliza el método de difusión múltiple de datos. Esto significa que múltiples nodos pueden consumir los mismos datos simultáneamente desde un dispositivo único.

El controlador escanea la lógica de control continuamente. Un escán es el tiempo que tarda el controlador en ejecutar la lógica una vez. Los datos de entrada se transmiten al controlador y los de salida se transmiten a los módulos de salida asincrónicamente con el escán de la lógica.

Todos los módulos de E/S de los sistemas CompactLogix se escanean asincrónicamente con el escán del programa a intervalos de paquetes solicitados (RPI) configurables. Usted configura un régimen de RPI para todas las E/S locales en todos los bancos: 1ms---750 ms para los controladores 1769-L3xx

Tipo de módulo	Consideraciones
Digital y analógico (cualquier combinación)	<ul style="list-style-type: none">• es posible escanear de 1 a 4 módulos en 1.0 ms• es posible escanear de 5 a 16 módulos en 1.5 ms• es posible escanear de 17 a 30 módulos en 2.0 ms• algunos módulos de entrada tienen un filtro de 8.0 ms fijo; por lo tanto, seleccionar un RPI más rápido no tiene ningún efecto
Especial	<ul style="list-style-type: none">• los módulos 1769-SDN de tamaño completo añaden 1.5 ms por módulo• los módulos 1769-HSC añaden 0.5 ms por módulo

Tabla 8: Velocidad de escaneo de los módulos

- módulos de interface (IFM) que proporcionan los bloques de terminales de salida para módulos de E/S digitales. Use los cables preformados que acoplan el módulo de E/S con el IFM.
- módulos de interface analógicos (AIFM) que proporcionan los bloques de terminales de salida para módulos de E/S analógicas. Use los cables preformados que acoplan el módulo de E/S con el AIFM.
- cables preparados para el módulo de E/S. Un extremo del conjunto de cableado es un RTB que se conecta a la parte frontal del módulo de E/S. El otro extremo tiene conductores con colores individuales que se conectan a un bloque de terminales estándar.

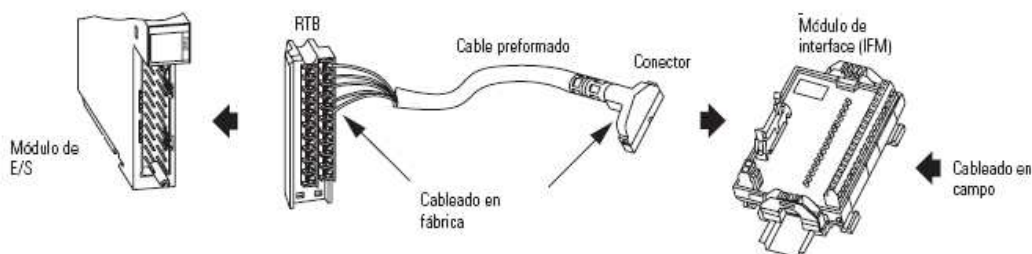


Figura 11: Borneros precableados para cablear en la parte baja del cuadro eléctrico



PROYECTO FIN DE CARRERA

No. Cat.	Número de módulos	Requisitos de corriente del módulo (mA)		Cálculo de corriente (en mA) (número de módulos) x (requisitos de corriente de módulos)	
		5 VCC	24 VCC	5 VCC	24 VCC
1769-ARM		60	0		
1769-ASCII		420	0		
1769-BOOLEAN		220	0		
1769-HSC		425	0		
1769-IA8I		90	0		
1769-IA16		115	0		
1769-IF4		120	60		
1769-IF4I		145	95		
1769-IF4XOF2		120	160		
1769-IF8		120	70		
1769-IG16		120	0		
1769-IM12		100	0		
1769-IQ16		115	0		
1769-IQ16F		110	0		
1769-IQ32		170	0		
1769-IQ32T		170†	0		
1769-IQ6XOW4		105	50		
1769-IR6		100	45		
1769-IT6		100	40		
1769-OA8		145	0		
1769-OA16		225	0		
1769-OB8		145	0		
1769-OB16		200	0		
1769-OB16P		160	0		
1769-OB32		300	0		
1769-OB32T		220	0		
1769-OF2		120	120		
1769-OF4CI		145	140		
1769-OF4VI		145	75		
1769-OF8C		145	160		
1769-OF8V		145	125		
1769-OG16		200	0		
1769-OV16		200	0		
1769-OV32T		200†	0		
1769-OW8		125	100		
1769-OW8I		125	100		
1769-OW16		205	180		
1769-ADN		500	0		
1769-SDN		440	0		
1769-ECL*		5	0		
1769-ECR*		5	0		
Corriente total que se necesita: ☺					

*Se requiere una terminación de tapa final 1769-ECL ó 1769-ECR en el sistema. La terminación de tapa final que se utiliza depende de la configuración.
 ☺El consumo de corriente total requerida no debe sobrepasar la capacidad de la fuente de alimentación eléctrica que aparece en la siguiente lista.

Tabla 9: Consumo de cada tarjeta local de CompactLogix



6.2 HARDWARE DE LAS ENTRADAS SALIDAS DISTRIBUIDAS

Como modelo de Entradas y salidas distribuidas elegimos la familia Point I/O que tiene el aspecto que podemos ver en la figura 12. Son unas E/S muy compactas, con la lógica extraíble en tensión lo cual es muy adecuado para labores de mantenimiento, y con los borneros para cablear también extraíbles, aspecto muy aconsejable para facilitar el cableado de los equipos.

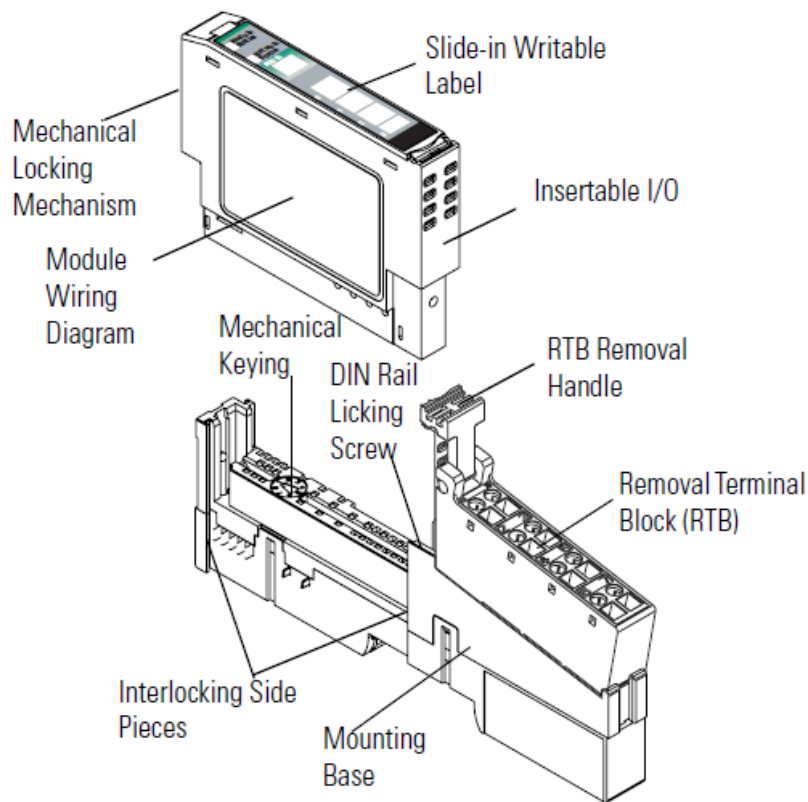


Figura 12: Componentes de las E/S distribuidas Point I/O

La comunicación con el autómatas será a través de protocolo CIP bajo Ethernet I/P por lo que la integración será completa.

6.3 HARDWARE DE LOS VARIADORES DE FRECUENCIA

Como variadores de frecuencia para accionar las turbinas de ventilación del túnel, las bombas de drenaje y las bombas de presión de agua utilizaremos el modelo PowerFlex



400, modelo específicamente diseñado para controlar cargas que ofrecen resistencias cuadráticas, como es el caso de las bombas y los ventiladores.

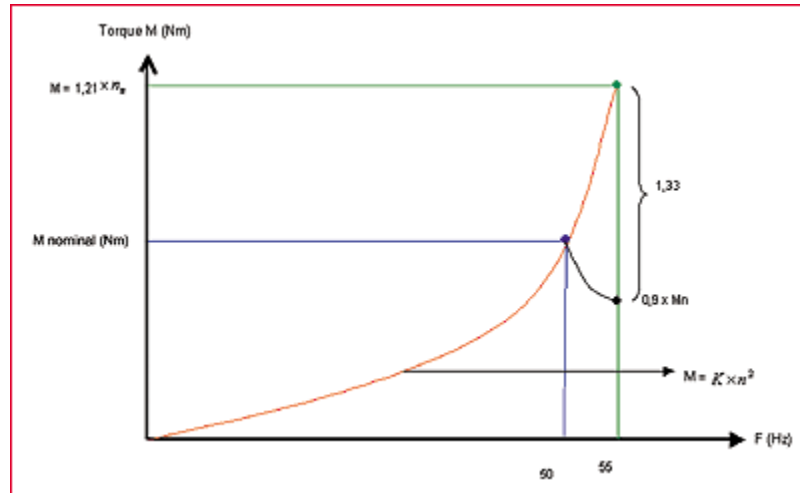


Figura 13: Carga cuadrática

Instalaremos también filtros a la entrada de los variadores para aislar a los variadores de las perturbaciones de la red y a la red de los armónicos generados por los variadores. En general la consideración principal que tendrán que cumplir estos filtros es poder soportar un amperaje similar a los amperios de los variadores en régimen permanente



480 V 50/60 Hz trifásico		
kW	HP	Número de catálogo
2.2	3.0	22-RF018-CS
4.0	5.0	22-RF018-CS
5.5	7.5	22-RF018-CS
7.5	10	22-RF018-CS
11	15	22-RF026-CS
15	20	22-RFD036
18.5	25	22-RFD050
22	30	22-RFD050
30	40	22-RFD070
37	50	22-RFD100
45	60	22-RFD100
55	75	22-RFD150
75	100	22-RFD180
90	125	Consulte con la fábrica
110	150	Consulte con la fábrica

Tabla 10: Filtros necesarios según la potencia del variador

Los variadores están conectados a la red Ethernet/IP, de modo que gracias al protocolo CIP y a los perfiles de los variadores cargados en el software de desarrollo del autómeta su configuración se realizará directamente al programar el PAC



ESPECIFICACIONES

Estándares	<ul style="list-style-type: none">• Lista UL y cUL (CSA)• Clasificación UL Plenum• C-Tick• Marca CE• EMC EN61800-3 (con filtro externo)• Bajo voltaje EN60204-1/EN50178			
Especificación de entrada	Voltaje trifásico: 200–240/380–480 V +/–10% Frecuencia: 48–63 Hz Tiempo de operación de la lógica de control: >= 0.5 segundos, 2 segundos, típico			
Especificación de salida	Voltaje: Ajustable de 0 V hasta el voltaje nominal del motor Rango de frecuencia: 0 a 320 Hz Corriente de sobrecarga: 110% durante 60 segundos			
Envolvente y temperatura ambiente	<ul style="list-style-type: none">• Estructura C IP20/NEMA Tipo abierto: –10 a 50 °C (14 a 122 °F) IP30/NEMA1/UL Tipo 1 (con juego de conversión): –10 a 45 °C (14 a 113 °F)• Estructura D, E y F: IP30/NEMA1/UL Tipo 1: –10 a 45 °C (14 a 113 °F)			
Control	<ul style="list-style-type: none">• 7 entradas digitales (24 V drenador/surtidor) – 3 semiprogramables – 4 programables• 2 salidas de relé programables Formato C• 2 entradas analógicas – 1 aislada (–10 a 10 V ó 4 a 20 mA) – 1 No aislada (0 a 10 V ó 4 a 20 mA)• 2 salidas analógicas (0 a 10 V ó 4 a 20 mA)• 1 salida de optoacoplador			
Opciones (accesorios)	<ul style="list-style-type: none">• Comunicación: Tarjetas de comunicación DeviceNet™, EtherNet/IP™ y PROFIBUS™• Filtros de línea EMC• Reactores de línea y de carga• tarjeta de relé de 6 salidas (Estructura D, E y F)• Cables DSI• Juego de conversión IP30/conductos (estructura C)			
Clasificaciones	Clase de voltaje	kW (HP)	Corriente de salida cont. (Amps)	Estructura
	200–240 V	2.2 (3.0)	12	C
	200–240 V	4.0 (5.0)	17.5	C
	200–240 V	5.5 (7.5)	24	C
	200–240 V	7.5 (10)	33	C
	200–240 V	11 (15)	49	D
	200–240 V	15 (20)	65	D
	200–240 V	18.5 (25)	75	D
	200–240 V	22 (30)	90	D
	200–240 V	30 (40)	120	E
	200–240 V	37 (50)	145	E
	380–480 V	2.2 (3.0)	6	C
	380–480 V	4.0 (5.0)	10.5	C
	380–480 V	5.5 (7.5)	12	C
	380–480 V	7.5 (10)	17	C
	380–480 V	11 (15)	22	C
	380–480 V	15 (20)	30	C
	380–480 V	18.5 (25)	38	D
	380–480 V	22 (30)	45.5	D
	380–480 V	30 (40)	60	D
	380–480 V	37 (50)	72	E
	380–480 V	45 (60)	88	E
	380–480 V	55 (75)	105	E
	380–480 V	75 (100)	142	E
	380–480 V	90 (125)	170	F
	380–480 V	110 (150)	208	F
Dimensiones mm (pulg.)	Estructura C: 260 (10.2) Alto x 130 (5.1) Ancho x 180 (7.1) Prof. Estructura D: 384 (15.12) Alto x 250 (9.84) Ancho x 205.4 (8.08) Prof. Estructura E: 589 (23.19) Alto x 370 (14.57) Ancho x 260 (10.24) Prof. Estructura F: 850 (33.46) Alto x 425 (16.73) Ancho x 280 (11.02) Prof.			

Figura 14: Especificaciones básicas los variadores PowerFlex 400



CAPÍTULO 7

7. DESCRIPCION DEL SOFTWARE

- SOFTWARE DE COMUNICACIONES
- PROGRAMACION DEL AUTÓMATA- DIAGRAMAS DE CASOS DE USO
- CONFIGURACION DE LA RED ETHERNET/IP
- PARAMETRIZACION DE LOS VARIADORES
- PROGRAMACION DEL SCADA



CAPÍTULO 7

7. DESCRIPCION DEL SOFTWARE

7.1 SOFTWARE DE COMUNICACIONES

El software de comunicaciones que hemos utilizado es el RSLinx. Éste software hace de servidor de datos permitiendo que los datos de los autómatas puedan ser utilizados por el software de programación y por los sistemas de información que tengamos aguas arriba de los PACs

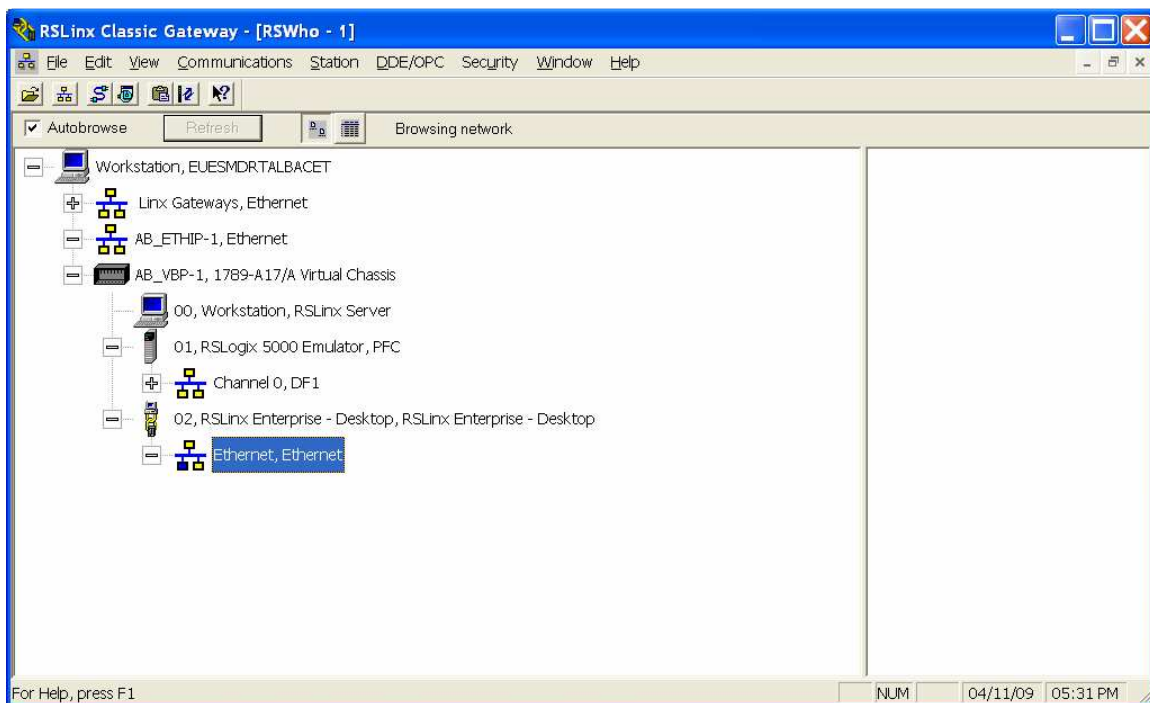


Figura 15: Software de comunicaciones RSLinx

Lo primero que hemos tenido que hacer es dar de alta un driver en el software de comunicaciones para decirle al RSLinx como nos vamos a comunicar con los autómatas

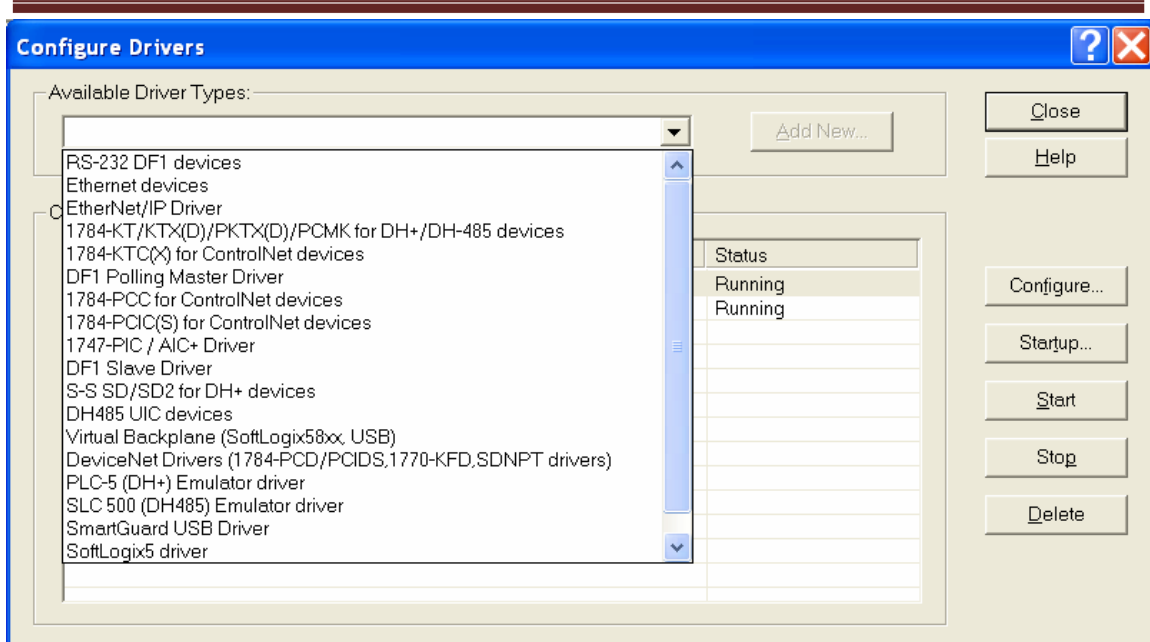


Figura 16: Drivers en RSLogix

Elegimos el driver Ethernet/IP que debido a que posee el protocolo CIP nos suministrará automáticamente una serie de datos de los dispositivos que estén en la red, como son la dirección IP y características básicas del estado de los dispositivos.



7.2 PROGRAMACION DEL AUTÓMATA – DIAGRAMA DE CASOS DE USO

La programación del autómata la realizamos con el software RSLogix 5000 cuyo entorno en Ladder es el que podemos ver en la Figura 17

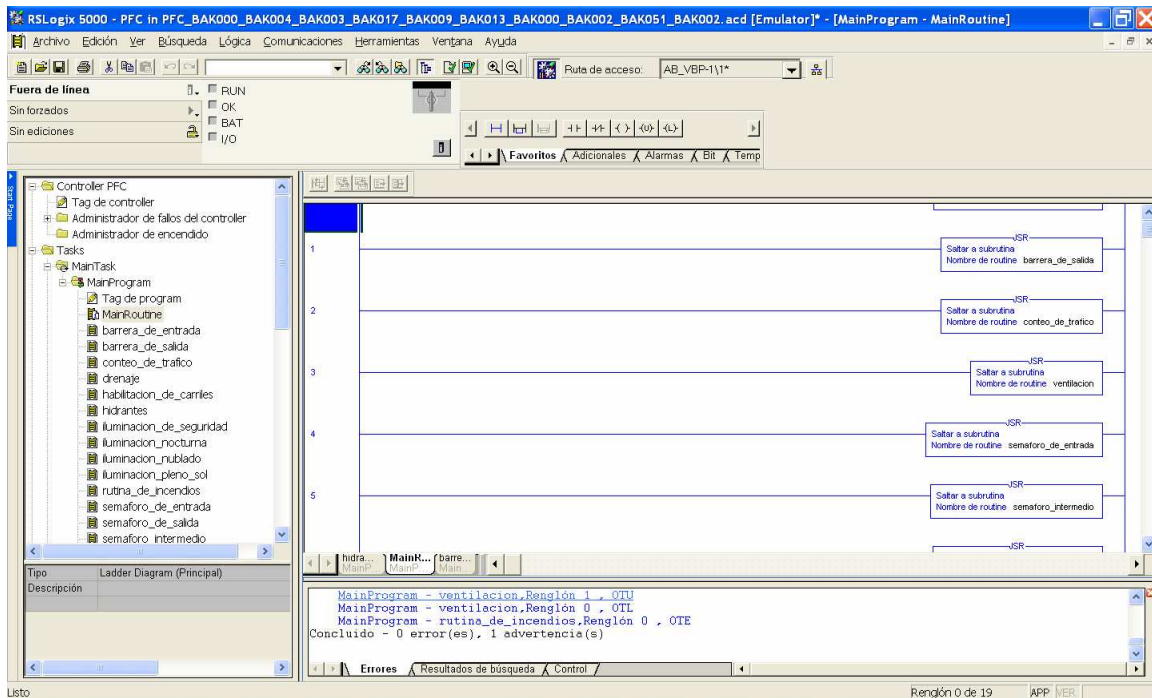


Figura 17: Entorno RSLogix 5000 en ladder

Lo primero que debemos hacer es elegir el modelo de procesador para nuestro proyecto. Para ello debemos estimar la memoria que vamos a necesitar. Éste siempre es un cálculo complejo puesto que lo habitual en los proyectos es realizar la compra del material antes de tener terminado el código. Por esta razón es importante tratar de hacer una buena estimación para ni quedarnos cortos ni elegir un procesador demasiado grande que nos haga encarecer el proyecto.

A continuación vemos una tabla que nos ayuda a calcular la memoria que como mínimo vamos a consumir



Cálculo del uso de memoria del controlador

Las ecuaciones siguientes proporcionan un cálculo aproximado de la memoria necesaria para un controlador.

Tareas del controlador	_____ * 4000	=	_____ bytes (1 tarea como mínimo)
Puntos de E/S digitales	_____ * 400	=	_____ bytes
Puntos de E/S analógicas	_____ * 2600	=	_____ bytes
Ejes de control de movimiento	_____ * 8000	=	_____ bytes

Tabla 11: Estimación de la memoria ocupada en un programa con procesador Logix

En nuestra arquitectura tenemos:

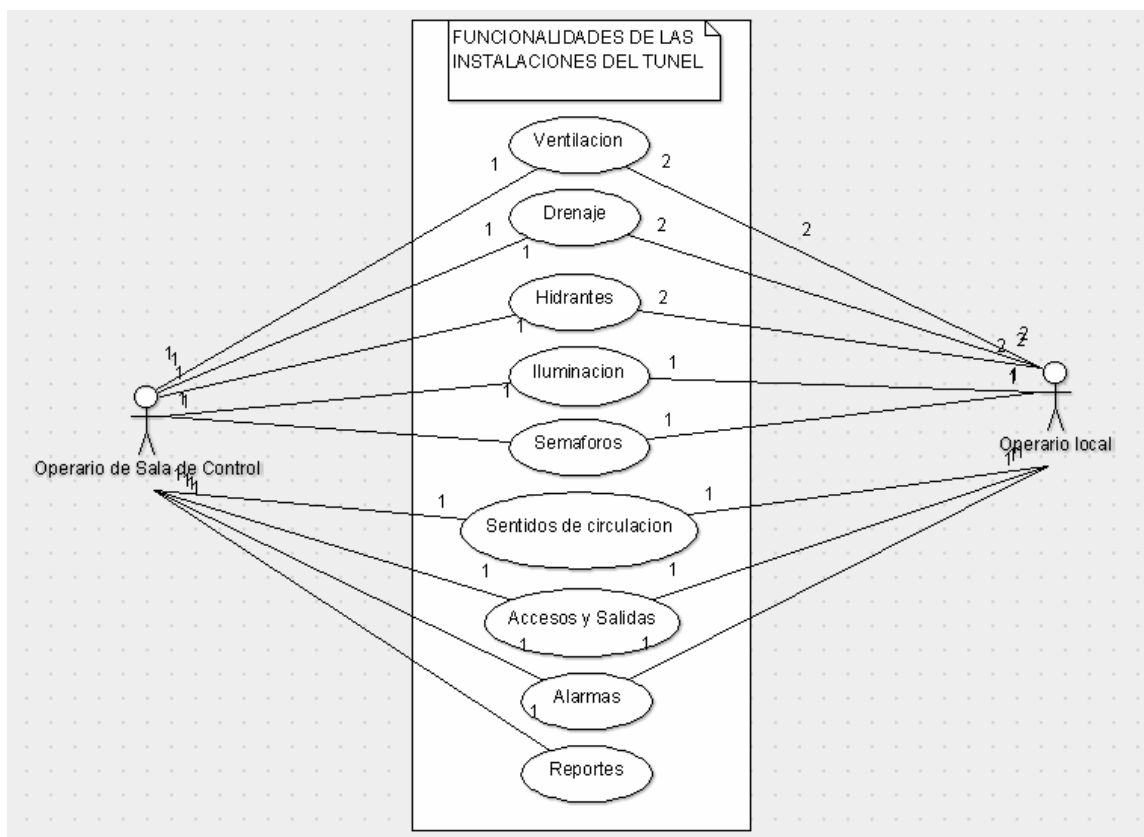
$$\begin{aligned} 1 \text{ tarea} * 4000 &= 4000 \text{ bytes} \\ 9 \text{ ED} * 400 &= 3600 \text{ bytes} \\ 4 \text{ EA} * 2600 &= 10400 \text{ bytes} \\ &18000 \text{ bytes} = 18 \text{Kbytes} \end{aligned}$$

Diagramas de Casos de Uso

Vamos a utilizar diagramas de casos de uso (diagramas de comportamiento utilizados en el Leguaje UML - Lenguaje de modelo unificado) para presentar las diversas funcionalidades que permite el sistema de control del túnel a los diferentes actores (usuarios) que puedan estar involucrados en éste sistema

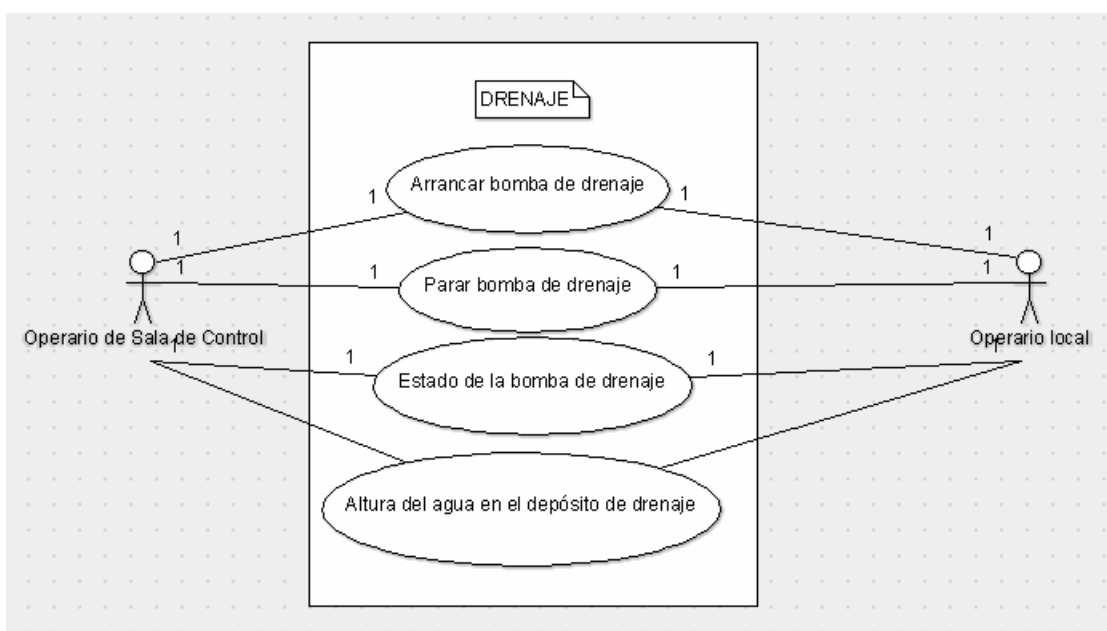
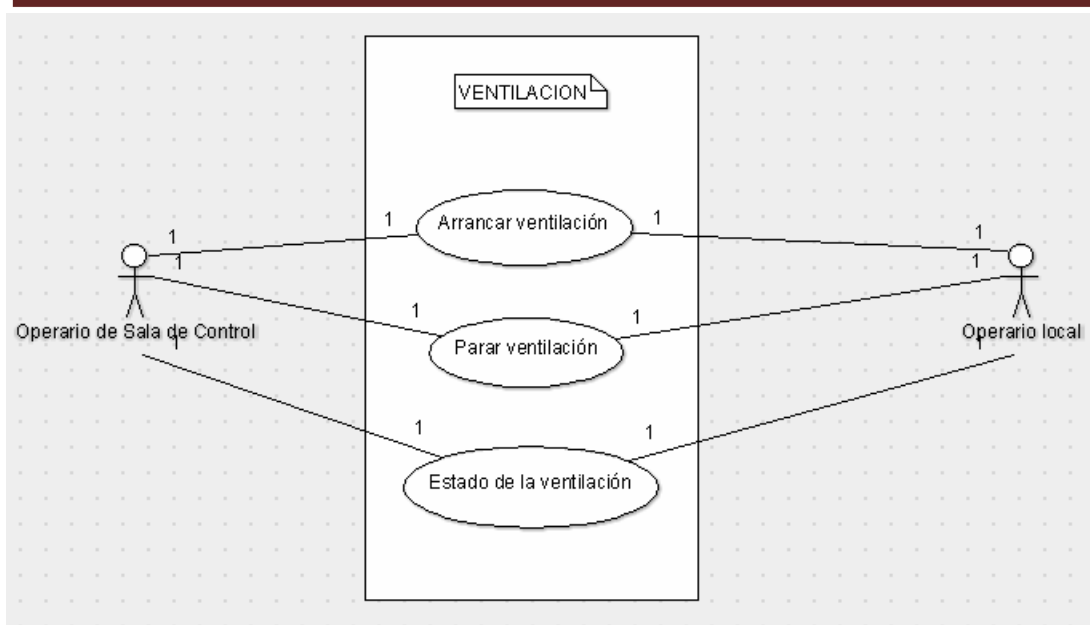


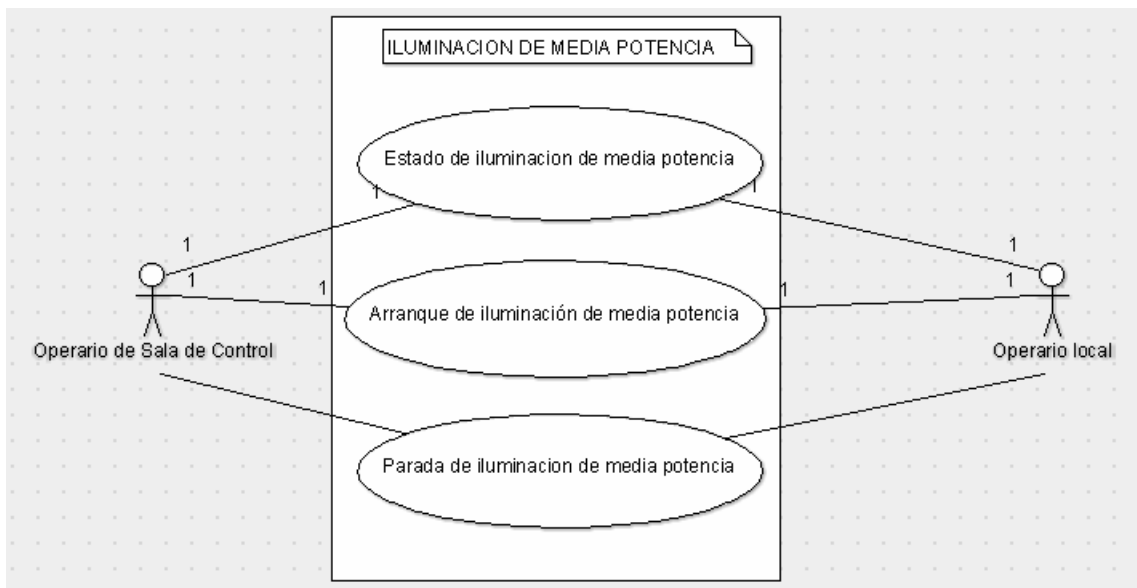
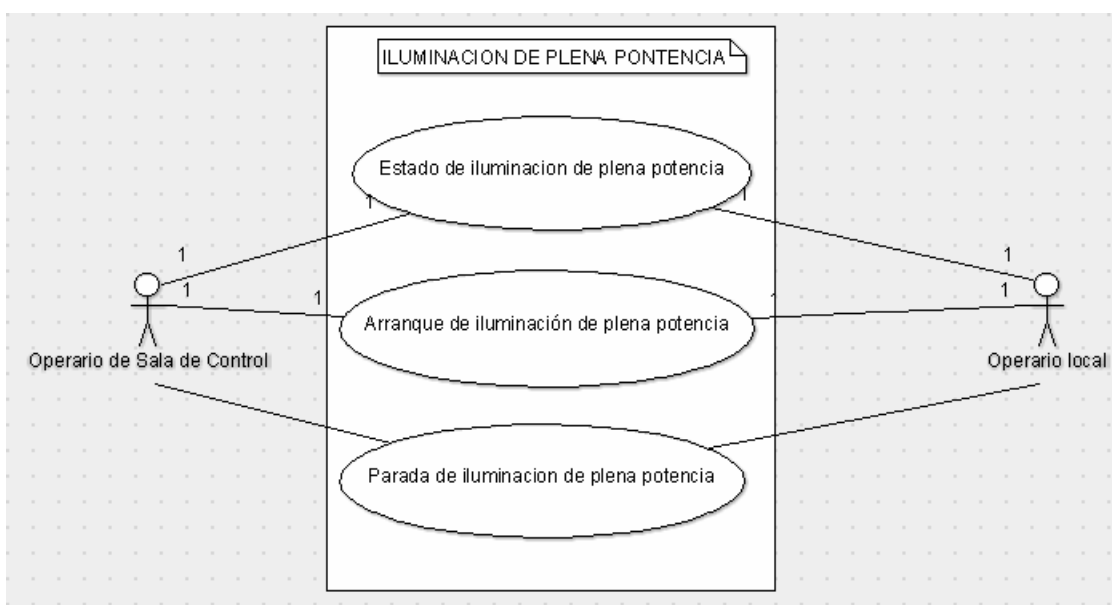
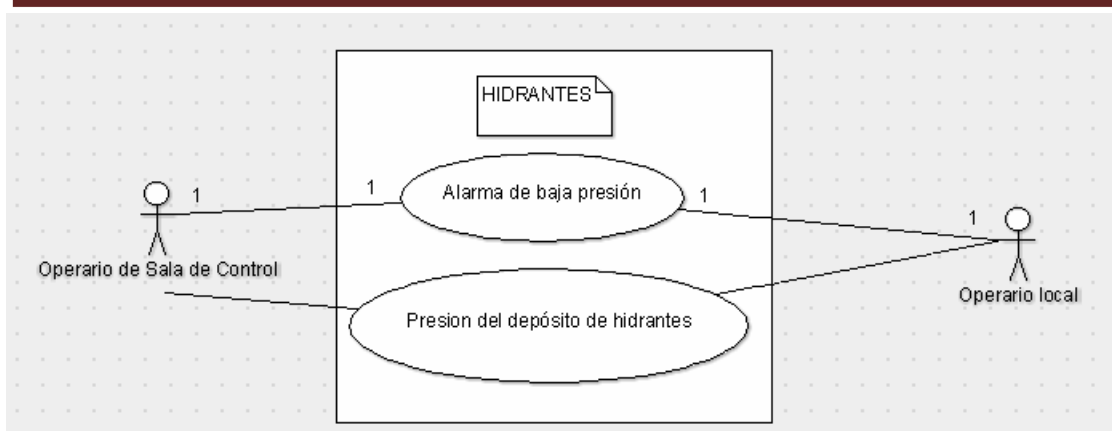
Presentamos primero un *diagrama de casos de uso* genérico para todas las funcionalidades que permite nuestro sistema de control a los operarios del túnel.

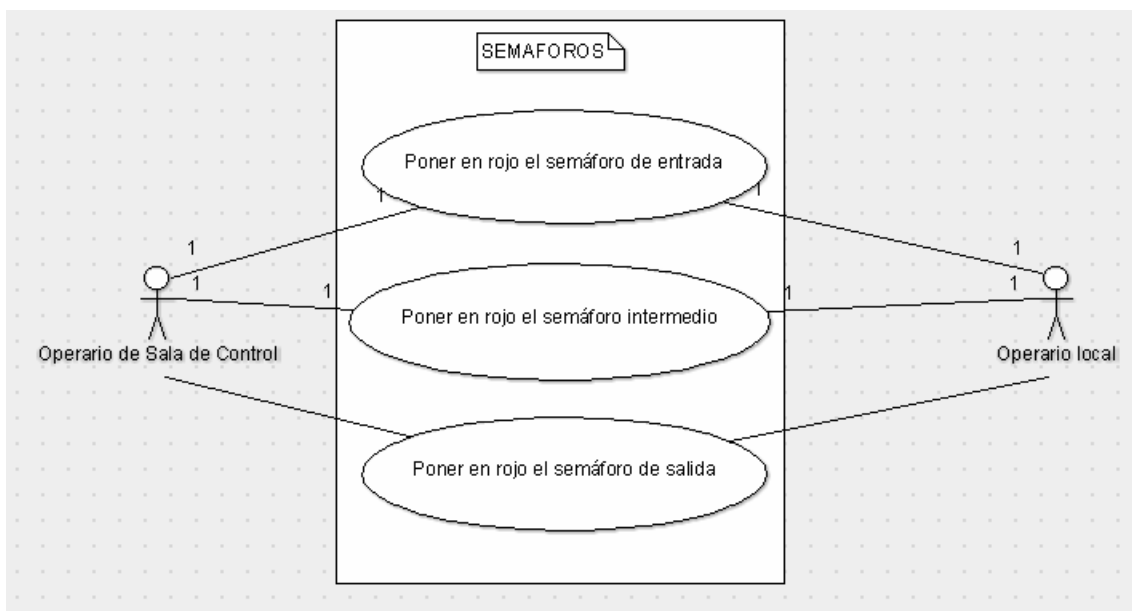
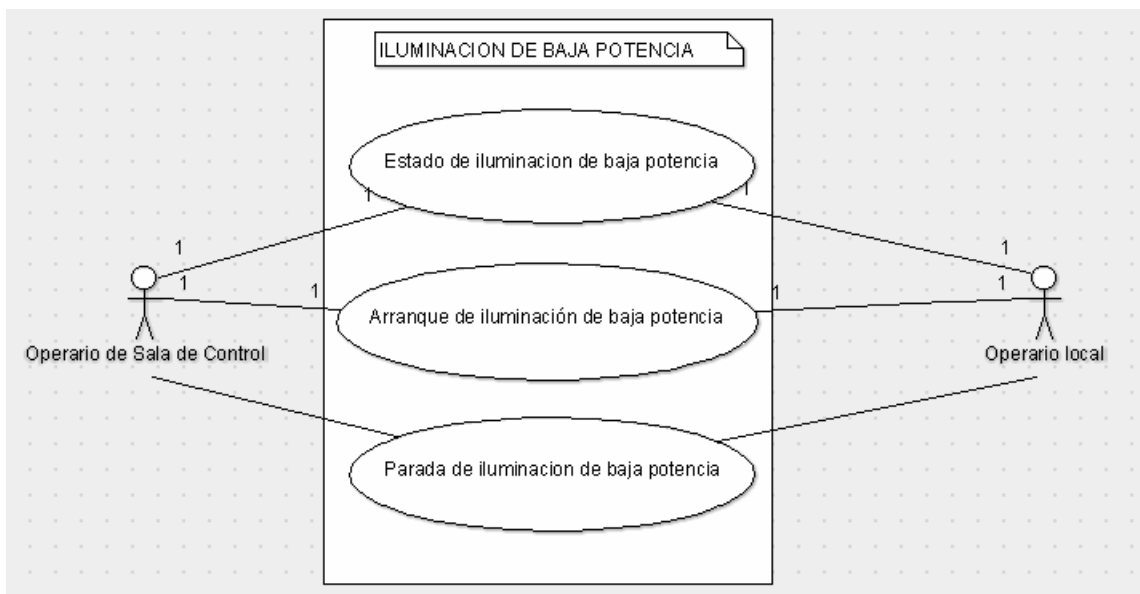


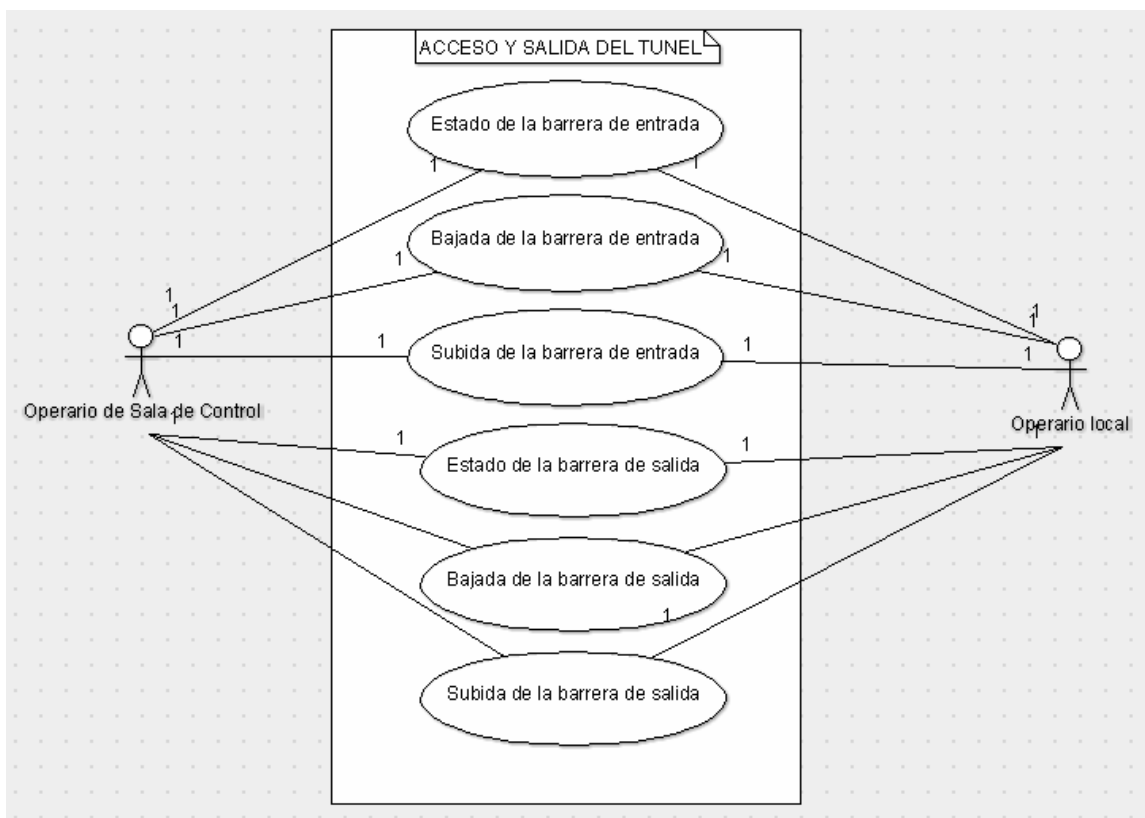
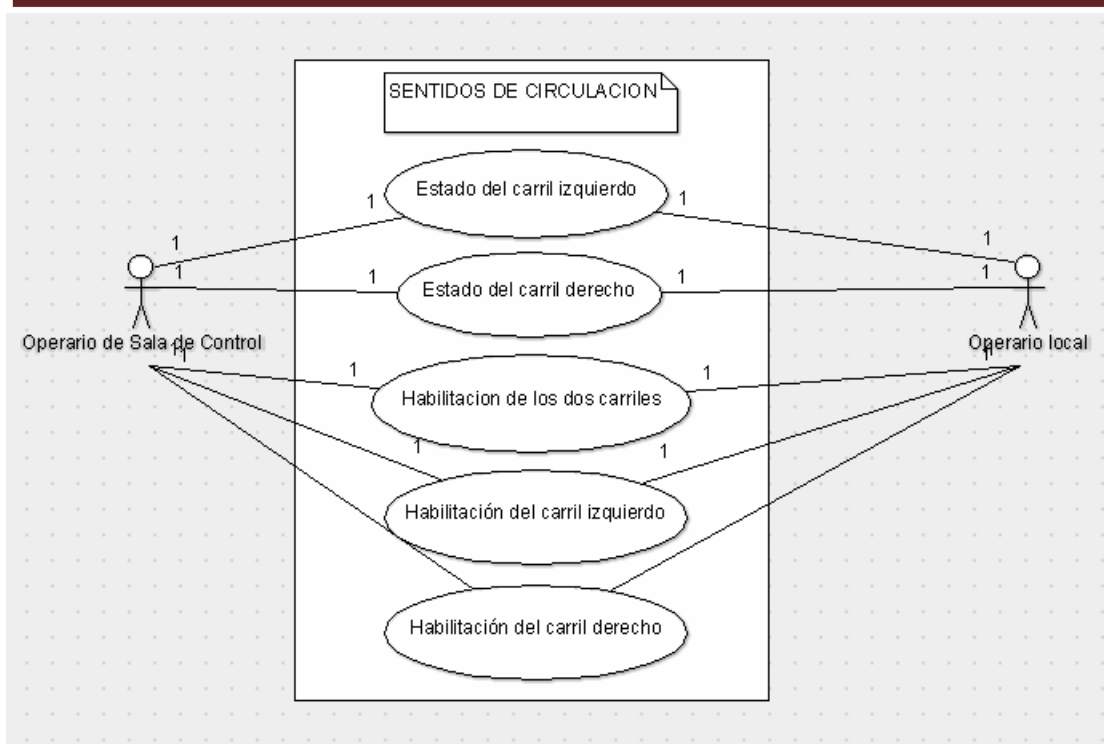
Como se puede ver en el diagrama tenemos dos tipos de operarios; el situado en la sala de control del túnel que estará localizada a 2 km del túnel y el situado localmente en el túnel al lado de los armarios de control. Éste operario podrá ser un trabajador de la empresa explotadora del túnel o cualquier persona de los servicios de emergencia que se pudiera personar en la instalación si ocurre una situación de emergencia en el túnel. Como se puede ver en el diagrama ambos operarios tienen acceso a todas las funcionalidades exceptuando la funcionalidad de reportes a la cual sólo tiene acceso el operario de la sala de control.

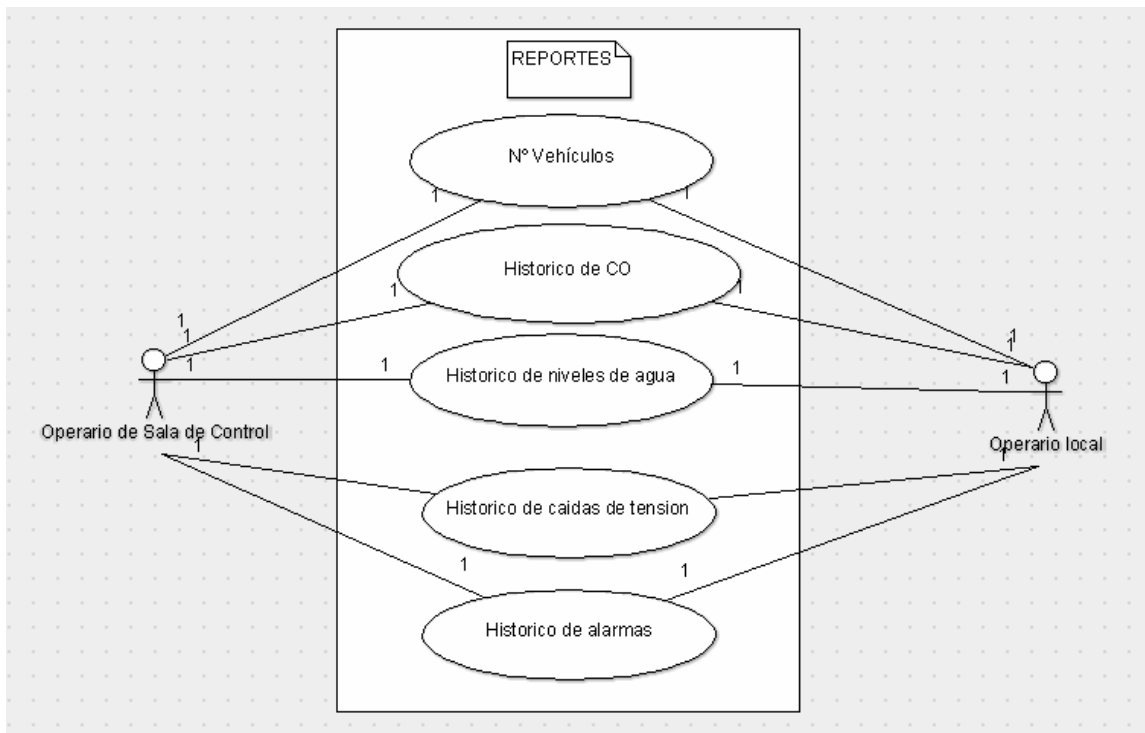
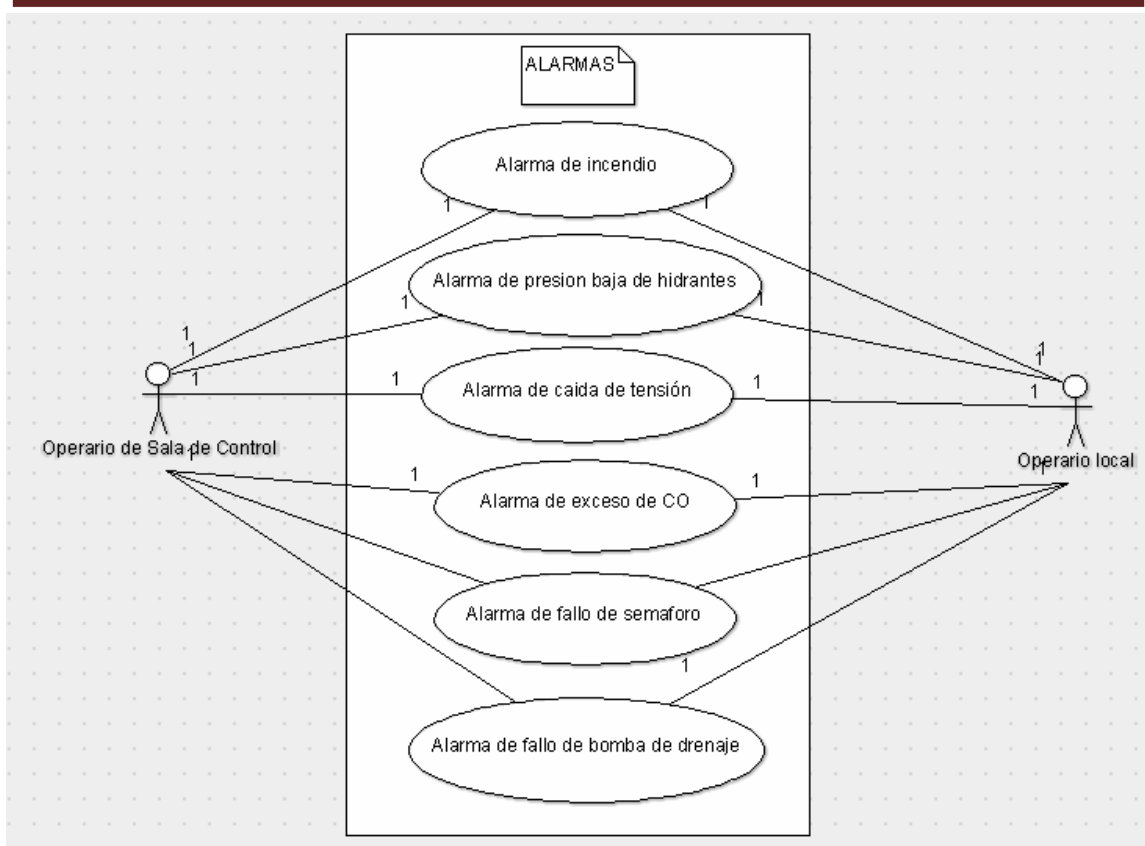
A continuación detallamos cada uno de los diagramas de uso de cada instalación del túnel que nos muestran las funcionalidades a las que tienen acceso ambos operarios en relación a dicha instalación













Programa del autómatas

El programa lo hemos estructurado en tareas, programas y rutinas que van controlando cada una de las instalaciones del túnel

Tareas:

Tarea principal (MainTask)

Tarea de la cual cuelga el programa principal con la mayoría de las rutinas de control de la instalación. Ésta tarea es la tarea continua que tiene un watchdog de 500ms por si por alguna razón se bloqueara en algún ciclo de scan

Dentro de la tarea principal tenemos el programa principal del cual cuelgan todas las rutinas que controlan las instalaciones del túnel

Las rutinas definidas en el programa principal son las siguientes:

barrera_de_entrada: Rutina que permite subir o bajar la barrera que corta el tráfico a la entrada del túnel desde el SCADA.

Tags asociados:

- *activar_barrera_de_entrada* : si el valor de éste tag es uno se activará el motor que bajará la barrera que prohíbe la entrada al túnel. Este tag es comandado desde SCADA, desde el panel de operador o desde los botones de marcha-paro que habrá en la puerta del cuadro eléctrico
- *barrera_de_entrada* : si el valor de este tag es uno significará que la barrera de entrada está bajada.

barrera_de_salida: Rutina que permite subir o bajar la barrera que corta el tráfico a la salida del túnel desde el SCADA

Tags asociados:

- *activar_barrera_de_salida* : si el valor de éste tag es uno se activará el motor que bajará la barrera que prohíbe la salida al túnel. Este tag es comandado desde SCADA, desde el panel de operador o desde los botones de marcha-paro que habrá en la puerta del cuadro eléctrico
- *barrera_de_salida* : si el valor de este tag es uno significará que la barrera de salida está bajada.

conteo_de_tráfico: Rutina que permite contar el número de vehículos que han circulado por el túnel

Tags asociados:



- *presencia_vehiculo* : si la fotocélula situada a la entrada del túnel detecta la presencia de un vehículo éste tag se activará a uno mientras el vehículo obstaculice el haz de luz de la fotocélula. (Véase el anexo para ver las características técnicas de la fotocélula)
- *reset_conteo_vehiculos*: si el valor de éste tag se activa a uno desde el SCADA o desde el panel de operador se reseteará el contador del número de vehículos que han circulado por el túnel.

drenaje: Rutina que permite drenar el agua que se acumula en el túnel como resultado de la lluvia o de los propios servicios de limpieza.

Hemos creado una estructura llamada “Tanque” con los parámetros típicos a controlar en cualquier depósito y es la que hemos utilizado en la rutina drenaje.

La estructura Tanque tiene los siguientes atributos:

- Valvula_E* : Booleano que indica el estado de la válvula de entrada del tanque
- Valvula_S* : Booleano que indica el estado de la válvula de salida del tanque
- Temperatura* : Entero que indica la temperatura del tanque
- Nivel* : Entero que indica el nivel de llenado del tanque
- Limite* : Entero que indica el límite de nivel de llenado del tanque
- Presion* : Entero que indica la presión del fluido del tanque
- Presion_minima* : Entero que indica la presión mínima que debe tener el fluido del tanque

-*Alarma_presion_minima* : Booleano que indica que el tanque tiene menos presión que la adecuada

De esta forma damos de alta una estructura llamada *tanque_drenaje* que es del tipo *Tanque*. Ésta estructura tendrá los mismos atributos que la estructura *Tanque* pero solo utilizaremos dos de ellos

- *tanque_drenaje.nivel* : éste tag mide el nivel de liquido que tenemos en el tanque a través de un sensor de nivel situado en el tanque.
- *tanque_drenaje.limite* : éste tag es un valor analógico que define el nivel máximo de fluido en el tanque .

En ésta rutina también utilizamos otra estructura para controlar el variador de frecuencia que accionará la bomba de drenaje. En éste caso la estructura se ha creado automáticamente al dar de alta el variador de drenaje. Ésta estructura consta de parámetros de entrada al variador y parámetros de salida;



PROYECTO FIN DE CARRERA

Nombre	Alias para	Tag base	Data Type	Estilo	Descripción
- Variador_drenaje:I			AB:PowerFlex40_Drive_8Bytes:I:0		
+ Variador_drenaje:I.DriveStatus			INT	Binary	
- Variador_drenaje:I.Ready			BOOL	Decimal	
- Variador_drenaje:I.Active			BOOL	Decimal	
- Variador_drenaje:I.CommandDir			BOOL	Decimal	
- Variador_drenaje:I.ActualDir			BOOL	Decimal	
- Variador_drenaje:I.Accelerating			BOOL	Decimal	
- Variador_drenaje:I.Decelerating			BOOL	Decimal	
- Variador_drenaje:I.Alarm			BOOL	Decimal	
- Variador_drenaje:I.Faulted			BOOL	Decimal	
- Variador_drenaje:I.AtReference			BOOL	Decimal	
- Variador_drenaje:I.CommFreqCnt			BOOL	Decimal	
- Variador_drenaje:I.CommLogicCnt			BOOL	Decimal	
- Variador_drenaje:I.ParmsLocked			BOOL	Decimal	
- Variador_drenaje:I.DigIn1Active			BOOL	Decimal	
- Variador_drenaje:I.DigIn2Active			BOOL	Decimal	
- Variador_drenaje:I.DigIn3Active			BOOL	Decimal	
- Variador_drenaje:I.DigIn4Active			BOOL	Decimal	
+ Variador_drenaje:I.OutputFreq			INT	Decimal	

Figura 18: Parámetros de entrada del variador configurados por defecto



Nombre	Alias para	Tag base	Data Type	Estilo	Descripción
[-] Variador_drenaje:O			AB:PowerFlex40_Drive_4Bytes:...		
[-] Variador_drenaje:O.LogicCommand			INT	Binary	
[-] Variador_drenaje:O.Stop			BOOL	Decimal	
[-] Variador_drenaje:O.Start			BOOL	Decimal	
[-] Variador_drenaje:O.Jog			BOOL	Decimal	
[-] Variador_drenaje:O.ClearFaults			BOOL	Decimal	
[-] Variador_drenaje:O.Forward			BOOL	Decimal	
[-] Variador_drenaje:O.Reverse			BOOL	Decimal	
[-] Variador_drenaje:O.LocalControl			BOOL	Decimal	
[-] Variador_drenaje:O.MOPIncrement			BOOL	Decimal	
[-] Variador_drenaje:O.AccelRate1			BOOL	Decimal	
[-] Variador_drenaje:O.AccelRate2			BOOL	Decimal	
[-] Variador_drenaje:O.DecelRate1			BOOL	Decimal	
[-] Variador_drenaje:O.DecelRate2			BOOL	Decimal	
[-] Variador_drenaje:O.FreqSel01			BOOL	Decimal	
[-] Variador_drenaje:O.FreqSel02			BOOL	Decimal	
[-] Variador_drenaje:O.FreqSel03			BOOL	Decimal	
[-] Variador_drenaje:O.MOPDecrement			BOOL	Decimal	
[+] Variador_drenaje:O.FreqCommand			INT	Decimal	

Figura 19: Parámetros de salida configurados por defecto

En nuestra rutina sólo utilizaremos dos atributos de los parámetros de entrada:

- *variador_drenaje.start* : arranca el motor que activa la bomba de drenaje
- *variador_drenaje.stop* : para el motor que activa la bomba de drenaje

Éstos tags serán leídos y escritos a través de la red Ethernet/IP

-habilitacion_de_carriles; rutina que permite controlar desde el SCADA la habilitación de cada uno de los carriles del túnel

Tags asociados:

- *habilitacion_dos_carriles* : contacto que activa las bobinas que habilitan el carril derecho y el carril izquierdo del túnel
- *habilitacion_carril_izquierdo* : contacto que activa la bobina que habilita el carril izquierdo del túnel
- *habilitacion_carril_derecho* : contacto que activa la bobina que habilita el carril derecho del túnel
- *carril_derecho* : bobina que da energía para activar la señal que indica que se puede circular por el carril derecho
- *carril_izquierdo* : bobina que da energía para activar la señal que indica que se puede circular por el carril izquierdo

-hidrantes: Rutina que testea la presión de hidrante en el depósito de hidrantes. En ésta rutina hemos utilizado la estructura *tanque_hidrante* que es del tipo *tanque*



Tags asociados:

- *tanque_hidrante.presion*: atributo que nos indica la presión de hidrante en tiempo real
- *tanque_hidrante.presion_minima* : atributo que indica el nivel mínimo admisible para la presión de hidrante en el depósito
- *tanque_hidrante.alarma_presion_minima* : atributo que se pone a uno cuando la presión de hidrante en el depósito es menor que la mínima presión de hidrante admisible

-iluminacion_nocturna: Rutina que enciende la iluminación en el túnel a plena potencia para lo cual activará mediante una bobina el tag *circuito_iluminacion_nocturna*

Tags asociados:

cicuito_iluminacion_nocturna : tag que habilita la iluminación del túnel a máxima potencia, esto ocurrirá cuando en el exterior del túnel sea de noche

circuito_iluminacion_nublado: tag que habilita la iluminación del túnel a media potencia, esto ocurrirá cuando en el exterior del túnel esté nublado

circuito_iluminacion_pleno_sol: tag que habilita la iluminación del túnel a mínima potencia, esto ocurrirá cuando en el exterior del túnel esté soleado

-iluminacion_nublado : Rutina que enciende la iluminación en el túnel a media potencia para lo cual activará mediante una bobina el tag *circuito_iluminacion_nublado*

Tags asociados:

cicuito_iluminacion_nocturna : tag que habilita la iluminación del túnel a máxima potencia, esto ocurrirá cuando en el exterior del túnel sea de noche

circuito_iluminacion_nublado : tag que habilita la iluminación del túnel a media potencia, esto ocurrirá cuando en el exterior del túnel esté nublado

circuito_iluminacion_pleno_sol: tag que habilita la iluminación del túnel a mínima potencia, esto ocurrirá cuando en el exterior del túnel esté soleado

-iluminacion_pleno_sol : Rutina que enciende la iluminación en el túnel a mínima potencia para lo cual activará mediante una bobina el tag *circuito_iluminacion_pleno_sol*

Tags asociados:



circuito_iluminacion_nocturna : tag que habilita la iluminación del túnel a máxima potencia, esto ocurrirá cuando en el exterior del túnel sea de noche

circuito_iluminacion_nublado : tag que habilita la iluminación del túnel a media potencia, esto ocurrirá cuando en el exterior del túnel esté nublado

circuito_iluminacion_pleno_sol: tag que habilita la iluminación del túnel a mínima potencia, esto ocurrirá cuando en el exterior del túnel esté soleado

-iluminacion_de_seguridad: Rutina que enciende permanentemente la iluminación de seguridad del túnel que se alimenta de unas baterías situadas en un armario de potencia distinto al armario de potencia de la iluminación normal

Tag asociado:

circuito_iluminacion_seguridad tag que habilita el circuito de iluminación de seguridad

-rutina de incendios: Rutina que se ejecuta cuando el sensor de incendios detecta un fuego o cuando alguien pulsa uno de los pulsadores de fuego dentro del túnel. En ese momento la rutina acciona el cierre de las puertas de emergencia para minimizar las corrientes de aire en el túnel, y acciona el variador que arranca la ventilación en el sentido inverso para extraer el CO del túnel

Tag asociados:

sensor_de_incendios : tag que se activa a uno cuando el sensor detecta un incendio

pulsador_de_fuego : tag que se activa a uno cuando alguien presiona un pulsador de fuego

cierre_puertas_emergencia : tag que cuando se activa a uno y cierra las puertas de emergencia

En ésta rutina utilizamos una estructura que se ha creado automáticamente al dar de alta el variador que se encarga de mover la ventilación del túnel.

variador_ventilacion:O.Reverse : tag que cuando se activa a uno invierte el sentido de giro del variador que controla el motor que mueve la turbina de ventilación

variador_ventilacion:O.Start : tag que cuando se activa a uno activa el variador que mueve el motor que hace girar la turbina de ventilación

-semaforos_de_entrada: Rutina que controla el funcionamiento del semáforo de la entrada al túnel

Tag asociados:



temp_semaforo_entrada: Temporizador para el parpadeo del semáforo cuando está en ambar

semaforo_entrada.amarillo: Tag para accionar el color amarillo del semáforo

semaforo_entrada.rojo: Tag para accionar el color rojo del semáforo

-semaforos_de_salida: Rutina que controla el funcionamiento del semáforo a la salida del túnel

Tag asociados:

temp_semaforo_salida: Temporizador para el parpadeo del semáforo cuando está en ambar

semaforo_salida.amarillo: Tag para accionar el color amarillo del semáforo

semaforo_salida.rojo: Tag para accionar el color rojo del semáforo

-semaforo_intermedio: Rutina que controla el funcionamiento del semáforo que hay en la mitad del túnel

Tag asociados:

temp_semaforo_intermedio: Temporizador para el parpadeo del semáforo cuando está en ambar

semaforo_intermedio.amarillo: Tag para accionar el color amarillo del semáforo

semaforo_intermedio.rojo: Tag para accionar el color rojo del semáforo

-sistema_de_control_del_SAI : Rutina que controla la tensión de alimentación de la red y si ésta baja por debajo de un 10% arranca el sistema de alimentación ininterrumpida

Tags asociados:

tension_de_alimentacion : tag que monitoriza la tensión de alimentación para que en el momento en que baje por debajo del 10% de de 380 Vac arranque el sistema de alimentación ininterrumpida. La tensión es medida mediante un analizador de redes

arranque_de_SAI : tag que arranca la SAI

-velocidad_maxima: Rutina controla la velocidad de circulación de los vehículos en el túnel mediante un radar, y en el momento en que ésta supera los 100 km/h por alguno de los vehículos activa una tag que hará que se muestre en los Displays del túnel un recodartorio de que la velocidad máxima permitida es de 100 Km/h



Tags asociados:

radar_de_velocidad: tag que se activa a uno cuando el radar de velocidad detecta que algún vehículo ha superado los 100Km/h

velocidad_maxima_superada: tag que activa el luminoso que indica que la velocidad máxima en el túnel es de 100Km/h

-ventilacion: Rutina que arranca la ventilación en el momento en el que el nivel de CO supera el límite permitido

Tags asociados:

nivel_de_CO : tag que recibe la señal analógica del sensor de CO y que nos indica el nivel de CO en tiempo real en el túnel

valor_limite_de_CO : valor fijado por el operador, que nos indica el nivel máximo de CO permitido

7.2 PARAMETRIZACION DE LOS VARIADORES

Los variadores que accionan los motores que mueven las bombas y los ventiladores están totalmente integrados en el software del autómatas. Su configuración y parametrización se realiza directamente desde el RSLogix 5000. No es necesario conectarse directamente a los variadores ni utilizar su panel de operador para parametrizarlos

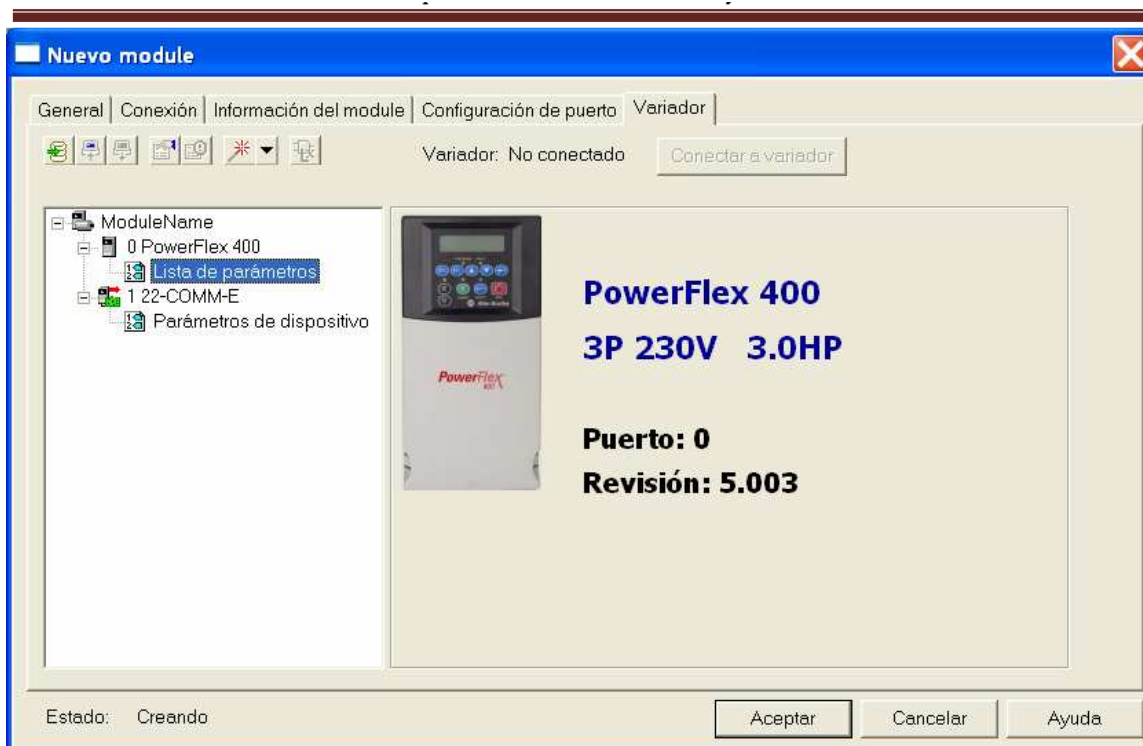


Figura 20: Perfil del variador PowerFlex 400 en el RSLogix 5000

Por defecto hay unos parámetros de entrada y parámetros de salida que están dados de alta y listos para utilizarse en programa. El resto es necesario habilitarlos mediante un *datalink* que es un mensaje totalmente integrado que nos permite utilizar en programa los parámetros deseados



7.3 PROGRAMACION DEL SCADA

La programación del SCADA tiene dos partes fundamentales:

1ª Desarrollo de todos los displays y objetos que vamos a utilizar para esquematizar el funcionamiento del túnel. Por defecto tenemos a nuestra alcance una librería de objetos que nos evitará numerosas horas de trabajo

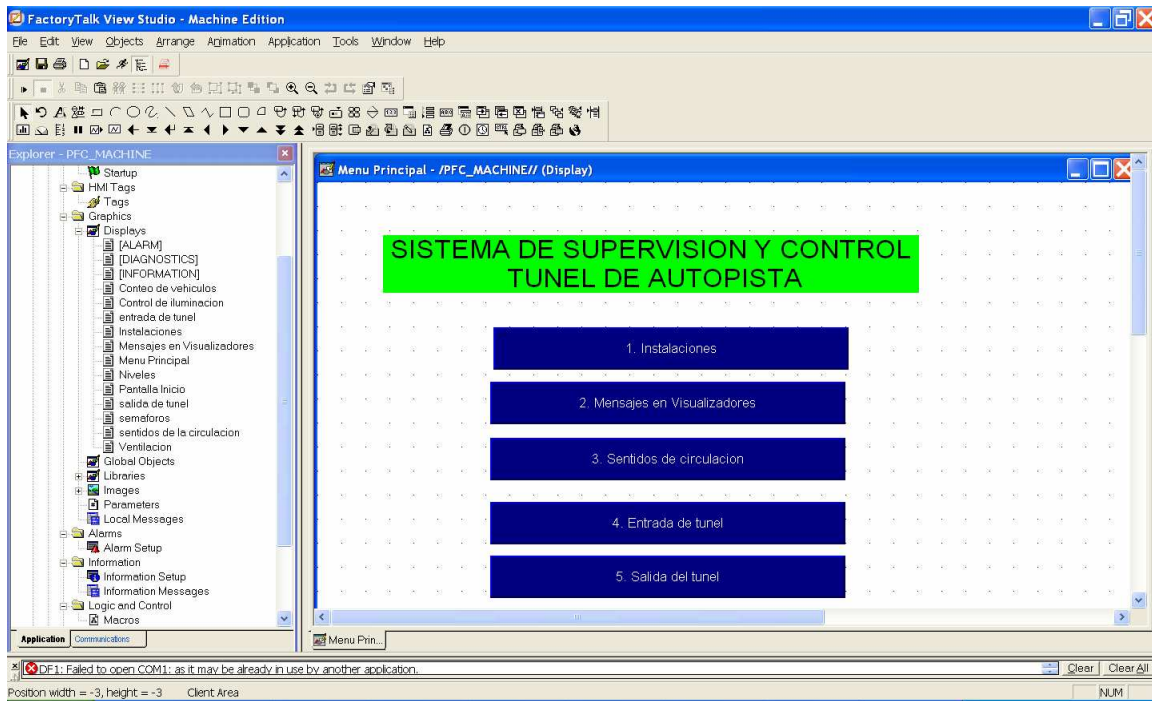


Figura 21: Menú principal del SCADA

2ª Creación de la ruta para coger los datos de los PLCs: En éste SCADA se hace de manera gráfica

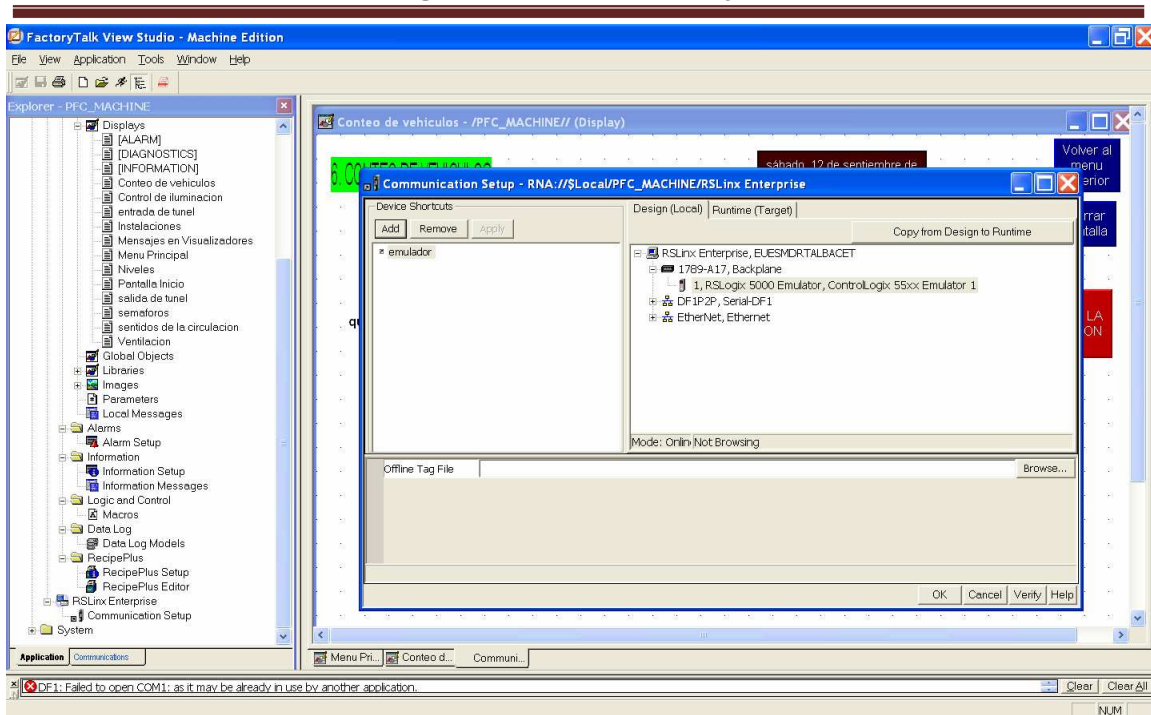


Figura 22: Creación de la ruta para coger datos del PAC

3ª Linkado de los objetos con las variables del programa. Habitualmente es necesario una segunda base de datos en el SCADA y la realización de importaciones y exportaciones para comunicar con el autómat. En el caso del SCADA utilizado (FTView Studio SE) no hay necesidad de crear esa segunda base de datos y podemos acceder directamente a las base de datos del autómat gracias a un servicio interno que hace que los datos que están distribuidos por todas las bases de datos sean fácilmente accesibles.

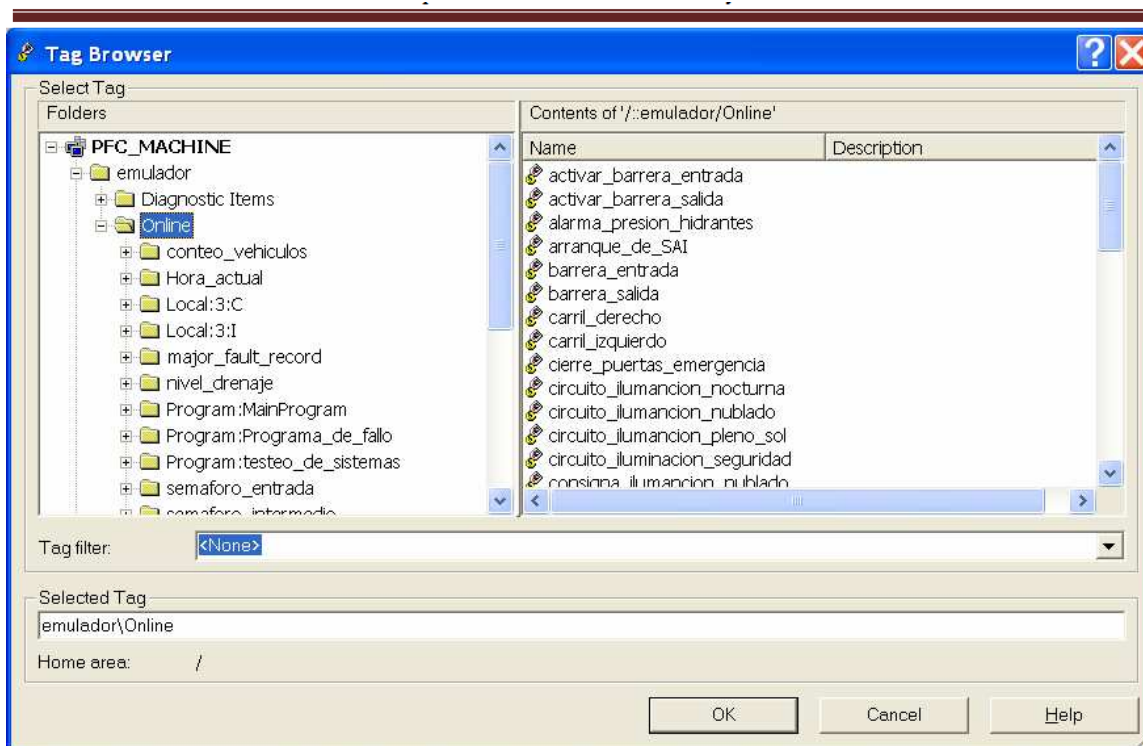


Figura 23: Navegador del SCADA FTVIEW Studio SE para acceder a los tags del autómata



CAPÍTULO 8

8. CONEXIÓN REMOTA DE LA INSTALACIÓN

- **CONEXIÓN REMOTA VIA RADIO**
- **CONEXIÓN REMOTA VÍA MODEM GSM/GPRS**
- **CONEXIÓN REMOTA VIA ADSL**



CAPÍTULO 8

8. CONEXIÓN REMOTA DE LA INSTALACIÓN

En las labores de mantenimiento y reparación de averías suele ser muy útil utilizar el programa del autómatas para ayudarnos a localizar el fallo existente en la instalación o el material susceptible de repararse que en numerosas ocasiones suele ser un fallo mecánico. Lo habitual en éste tipo de instalaciones es que las labores de mantenimiento de la instalación las realice la empresa adjudicataria de la obra por un determinado número de años y posteriormente sea otra empresa la que realice la explotación. Para cualquiera de éstas empresas es muy útil no tener que desplazarse al lugar físico donde está la instalación para realizar simples labores de monitorización y mantenimiento.

Éste mantenimiento remoto puede realizarse con varias tecnologías:

- 1ª Conexión vía MODEM radio
- 2ª Conexión vía MODEM GSM/GPRS
- 3ª Conexión vía línea telefónica analógica
- 4ª Conexión a través de un ADSL convencional

Como la mayoría de los túneles hoy en día disponen de conexión ADSL nos centraremos en éste tipo de conexión aunque explicaremos brevemente en que consiste cada una de las otras

8.1 CONEXIÓN REMOTA VÍA MODEM RADIO

En éste tipo de conexión remota necesitamos un MODEM radio conectado al autómatas y otro MODEM radio conectado al PC de conexión remota desde el cual se pretende hacer el mantenimiento. Éste tipo de conexión se solía hacer por puerto serie, pero hoy en día es habitual hacerla por Ethernet.

Hay muchos fabricantes de MODEM radio y en Rockwell Automation existe el convenio de trabajar con la marca PROLINX



Figura 24: Modem Radio de la firma RADIOLINX



Figura 25 : Conexión de PC de mantenimiento con Autómatas remotos vía MODEM radio de PROLINX

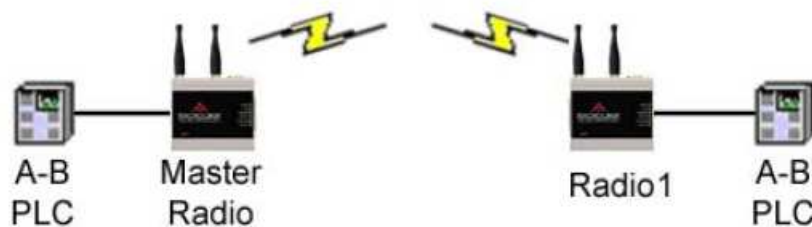


Figura 26: Conexión de dos PLCs de Allen Bradley vía MODEM radio de PROLINX

Este tipo de conexión tiene la ventaja de que una vez comprados los equipos, el uso de las bandas de frecuencia en las cuales podemos emitir es gratuito. Las desventajas son que no podemos llegar a distancias que superen los varios kilómetros sino ponemos repetidores (entre otras cosas por la curvatura de la tierra) ni tenemos un ancho de banda elevado para transmitir mucha información.

8.2 CONEXIÓN REMOTA VÍA MODEM GSM/GPRS

En este tipo de conexión remota necesitamos un MODEM GSM/GPRS conectado al autómatas y otro MODEM GSM/GPRS conectado al PC de conexión remota desde el cual se pretende hacer el mantenimiento. Este tipo de conexión se solía hacer por puerto serie, pero hoy en día es habitual hacerla por Ethernet.

Hay muchos fabricantes de MODEM GSM/GPRS y en Rockwell Automation existe el convenio de trabajar con la marca WAVECOM o EWON

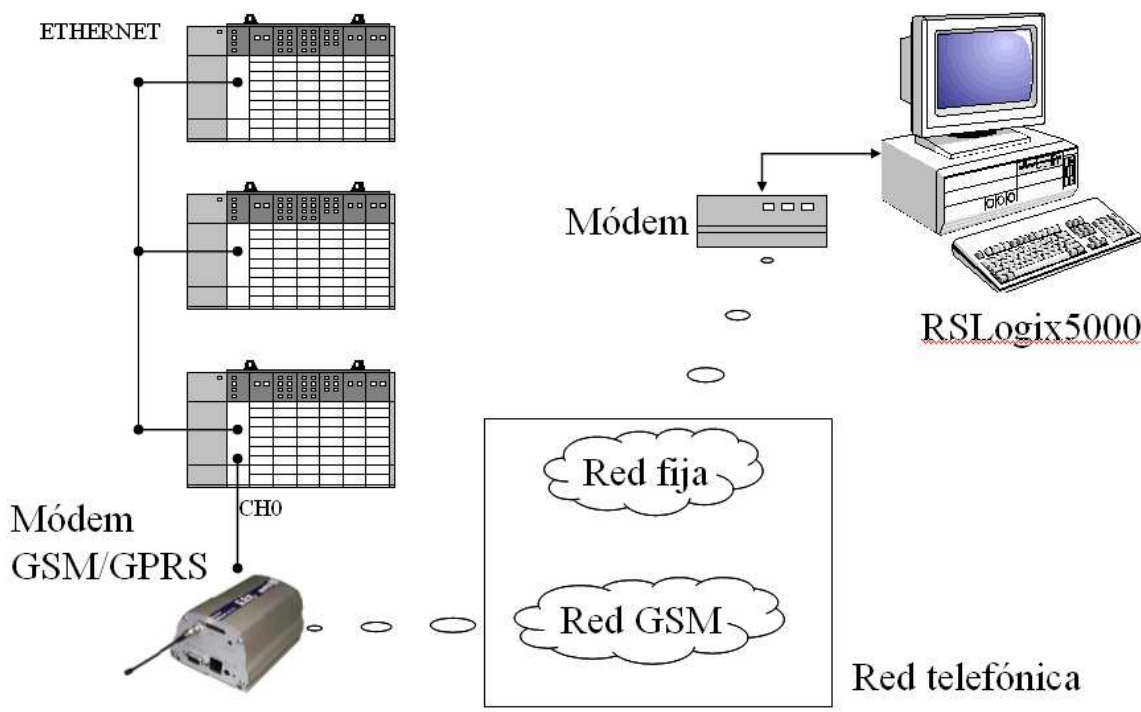


Figura 27: Conexión remota vía MODEM GSM/GPRS modelo FASTRACK de WAVECOM

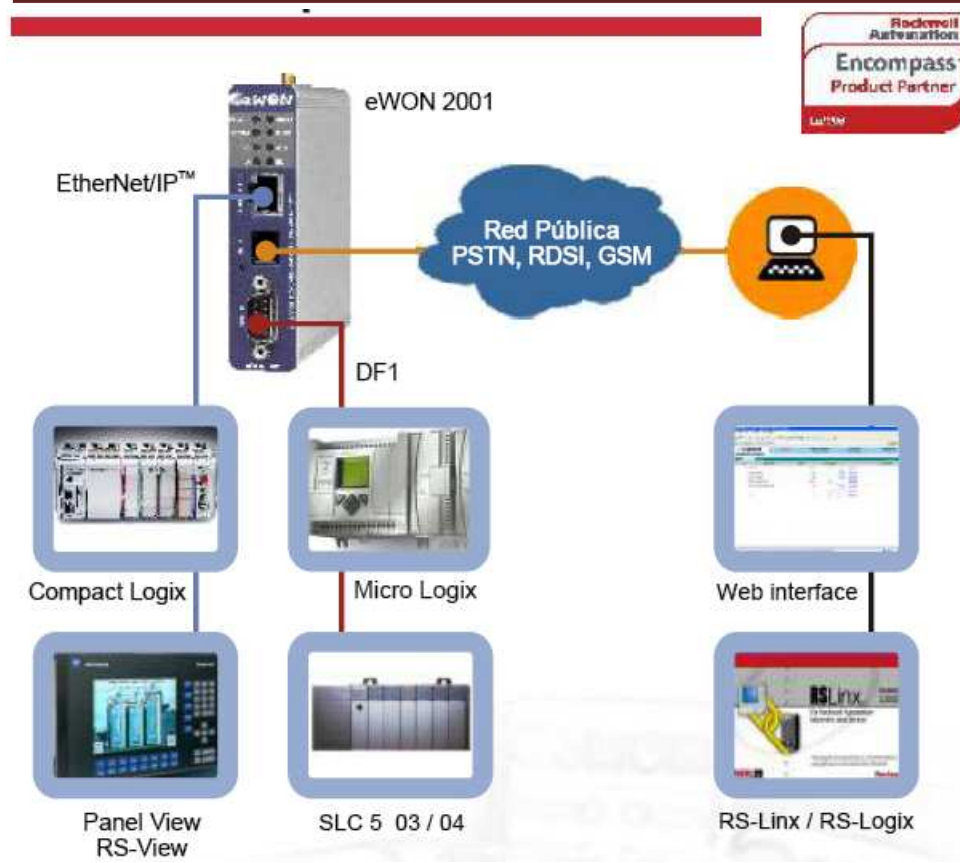


Figura 28: Comunicación remota vía MODEM EWON

Éste tipo de conexión tiene la ventaja de que utilizando la instalación de los proveedores de telefonía móvil podemos realizar comunicaciones inalámbricas de alta velocidad en todos aquellos lugares de la geografía donde exista cobertura de móvil.

La desventaja es que elijamos la tecnología GSM o la tecnología GPRS una vez que la instalación está funcionando tenemos que destinar un presupuesto específico para el funcionamiento de las comunicaciones. En la tecnología GSM tendremos que pagar tanto por el establecimiento de llamada como por el tiempo de conexión y en la tecnología GPRS tendremos que pagar por la cantidad de información que transferimos. De momento en Rockwell Automation no hay ningún proveedor de tecnología UMTS con tarifa plana para comunicación industrial, como sí ocurre en la comunicación comercial.



8.3 CONEXIÓN REMOTA VIA LINEA TELEFONICA ANALOGICA

En éste tipo de conexión remota necesitamos un MODEM analógico conectado al autómatas y otro MODEM analógico conectado al PC de conexión remota desde el cual se pretende hacer el mantenimiento. Éste tipo de conexión se solía hacer por puerto serie, pero hoy en día es habitual hacerla por Ethernet.

Rockwell Automation posee sus propios modems de conexión analógica

Acceso remoto al controlador



Los juegos de acceso telefónico remoto permiten conectarse a una red y un controlador de sitio remoto a través de un módem. Una vez conectado, puede monitorear el proceso, recolectar datos y hacer cambios en el programa de manera remota. Cada juego de acceso telefónico remoto incluye:

- módem preconfigurado
- módulo de comunicación
- hardware de montaje de riel DIN
- cables necesarios

Cada juego también incluye una guía de instalación en CD-ROM y un programa de aprendizaje que le guía paso a paso para establecer una conexión telefónica remota.

Cat. No.	Comunicación	Controladores compatibles	Requisitos de alimentación eléctrica
9300-RADES	conexión de módem de 56 K a dispositivos en Ethernet	<ul style="list-style-type: none">• controladores ControlLogix, CompactLogix y FlexLogix• controladores MicroLogix	8-48 VDC 200 mA a 24 VDC
9300-RADKIT	conexión de módem de 56 K a dispositivos en DH+ o DH-485	<ul style="list-style-type: none">• procesadores PLC-5 con características mejoradas• procesadores SILC 5/03, 5/04, 5/05• 1203-SSS	8-48 VDC 100 mA a 12 VDC

El módem acepta configuración remota, por lo tanto usted puede modificar la configuración de comandos del módem de la red remota mediante una conexión telefónica. Esto le ayuda a recuperar la comunicación del módem si ocurre un cambio en la configuración de canales del controlador.

El módem de acceso remoto también tiene seguridad de devolución de llamada con protección de contraseña.

Figura 29: Modem de conexión analógica

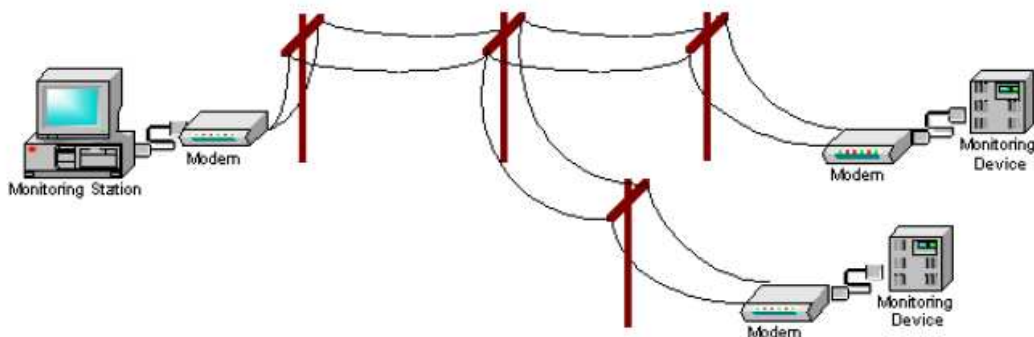


Figura 30: Conexión remota a través de una modem analógico convencional

8.4 CONEXIÓN REMOTA A TRAVES DE UN ADSL CONVENCIONAL

La conexión remota a través de un ADSL es la conexión más rápida y económica de las que podemos utilizar para hacer un telecontrol siempre y cuando la instalación ya disponga de éste tipo de conexión y cuente con una tarifa plana.

De cualquier forma si el telecontrol que queremos hacer es muy crítico lo ideal será contratar al proveedor de Internet una red privada virtual, más conocida como VPN, para tener asegurado un ancho de banda y una seguridad de conexión

A continuación vamos a describir los pasos que hemos tenido que realizar para establecer éste tipo de conexión:

1. Le asignamos a la tarjeta de red del autómata una dirección IP y una máscara de red en rango con la LAN en la cual estamos conectados.
2. Le asignamos a la tarjeta de red del autómata la dirección del Gateway del router ADSL local al cual está conectado el autómata. La dirección del Gateway la podemos localizar en la carpeta Conexiones de red del panel de control de Windows

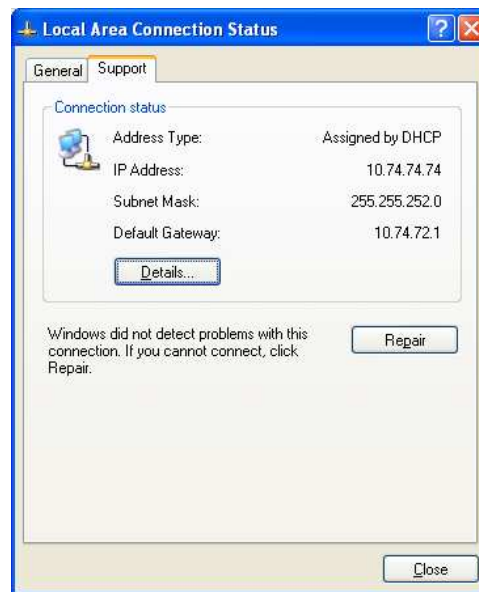


Figura 31: Acceso a la configuración de la tarjeta de red de un PC

Para asignarle la dirección IP, la máscara de red y el Gateway a la tarjeta Ethernet del autómatas podemos hacerlo bien empleando el software de comunicaciones RSlinx y conectándonos por el puerto serie o mediante cualquier servidor de IPs como por ejemplo el BOOTP/DHCP Server que viene con la herramienta de desarrollo RSLogix 5000

3. Abrimos los puertos necesarios del router local y los redireccionamos a la IP de la tarjeta de red del autómatas

Esta parte es la más delicada puesto que cada router ADSL tiene una página web de configuración diferente que habrá que explorar para ver en que menú podemos redireccionar puertos a IPs internas.

Los puertos que tenemos que abrir y redireccionar dependerán del software de Rockwell que vayamos a utilizar y del equipo de Rockwell al cual queramos acceder. A continuación vemos los puertos que utilizan el hardware y software de Rockwell cuando navega a través de Ethernet

Port	Type	Protocol	Products	Comments
25	TCP	SMTP	1769-L35E FactoryTalk AssetCentre	Outbound email only



PROYECTO FIN DE CARRERA

			FactoryTalk Transaction Manager RSBizWare RSSQL RSView Messenger	
67-68	UDP	DHCP/BO OTP	1756-ENET 1756-ENBT 1756-EWEB 1794-AENT 1734-AENT 1769-L35E 1788-ENBT 1761-NET-ENI 1785-LXXE 1785-ENET 1747-L55x 5820-EI PowerFlex Drives PowerMonitor 3000 PanelView	Client only
69	UDP	TFTP	5820-EI	For binary download, used BootP
80	TCP	HTTP	1756-ENET 1756-ENBT 1756-EWEB 1794-AENT 1734-AENT 1769-L35E 1788-ENBT 1761-NET-ENI 1785-LXXE 1785-ENET 1747-L55x 1763-L16x PowerFlex Drives PowerMonitor 3000 PanelView RSBizWare RSView32 FactoryTalk View SE RSViewSE	
123	UDP	NTP	PowerMonitor 3000	Network time protocol
135	TCP	RPC/Endp	FactoryTalk	DCOM endpoint mapper



PROYECTO FIN DE CARRERA

		oint Mapper	RSMACC	
161	UDP	SNMP	1756-ENET 1756-ENBT 1794-AENT 1734-AENT 1769-L35E 1788-ENBT 1761-NET-ENI 1785-LXXE 1785-ENET 1747-L55x 5820-EI PowerFlex PowerMonitor PanelView	Drives 3000
300-400	UDP	Proprietary	PowerMonitor 3000	Master/Slave configuration
400-402	TCP	RPC	FactoryTalk Manager RSSQL	Transaction Manager, Compression Server, and Configuration Server
Dynamic (1024-65535+)	TCP	DCOM	FactoryTalk	DCOM dynamic ports
1089	TCP/UDP	ff-annunc		Foundation Fieldbus
1090	TCP/UDP	ff-fms		
1091	TCP/UDP	ff-sm		
1330	TCP	rnaserv	FactoryTalk	Object RPC
1331	TCP	rnaserv	FactoryTalk	Service control
1332	TCP	rnaserverpi ng	FactoryTalk	Server health
1433	TCP		FactoryTalk RSMACC	AssetCentre SQL Server communication (
1434	UDP		FactoryTalk AssetCentre	Recommended static destination port for MSSQL to minimize the number of ports open on a firewall. (see MS Knowledgebase article # 287932)



PROYECTO FIN DE CARRERA

2222	UDP	EtherNET/IP	1756-ENBT 1794-AENT 1734-AENT 1769-L35E 1788-ENBT	I/O communications (used only by products that support I/O over EtherNET/IP)
2222	TCP	CSP	1785-Lxxe 1785-ENET 1771-DMC(x) 1747-L55x 5820-EI PowerMonitor RSLinx INTERCHANGE II Classic	Port 2223 is the source port for connections
3060	TCP	rnadirft	FactoryTalk	Directory Server file transfer
3622	TCP/UDP	ff-lr-port		
4120	TCP	RPC	RSBizWare	Production Server
4121	TCP	RPC	RSBizWare	Server Manager
4122	TCP	RPC	RSBizWare	PlantMetrics Server
4123	TCP	RPC	RSBizWare	Task Manager
4124	TCP	RPC	RSBizWare	Scheduler Server
4125	TCP	RPC	RSBizWare	Scheduler CTP Server
6543	TCP	rnaalarmin g	FactoryTalk	Alarming Server
7002-7004	TCP		FactoryTalk AssetCentre	FactoryTalk AssetCentre services
7600	TCP		FactoryTalk	Event Multiplexor
7700	TCP		FactoryTalk	Event Server
7710	TCP		FactoryTalk	Directory Server
7720	TCP		RSView FactoryTalk View SE SE	HMI Server
7721	TCP		RSView FactoryTalk View SE SE	Server Framework
7722	TCP		RSView FactoryTalk View SE SE	HMI Activation
7723	TCP		RSView FactoryTalk View SE SE	Historical Data Log Reader
8080	TCP	HTTP	RSBizWare	Production Server, reports



8081	TCP	HTTP	RSBizWare	Server Manager
8083	TCP	HTTP	CTP Server	
27000	TCP		FactoryTalk	License Server
44818	TCP/UDP	EtherNET/IP	1756-ENET 1756-ENBT 1756-EWEB 1794-AENT 1734-AENT 1769-L35E 1788-ENBT 1761-NET-ENI 1785-LXXE 1785-ENET 1747-L55x 1763-L16 PowerMonitor 3000 PanelView RSLinx Classic RSLinx Enterprise INTERCHANGE (rsicd)	Messaging, data transfer, upload/download, peer messaging, etc. Used largely by RSLinx.

Tabla 11: Puertos utilizados por el software de Rockwell Software a través de protocolo TCP/ UDP

4. A continuación entramos en la página web de router. Esto lo podemos hacer desde cualquier navegador de Internet escribiendo la dirección del Gateway que ya habíamos localizado previamente en la carpeta “Conexiones de red” del panel de control

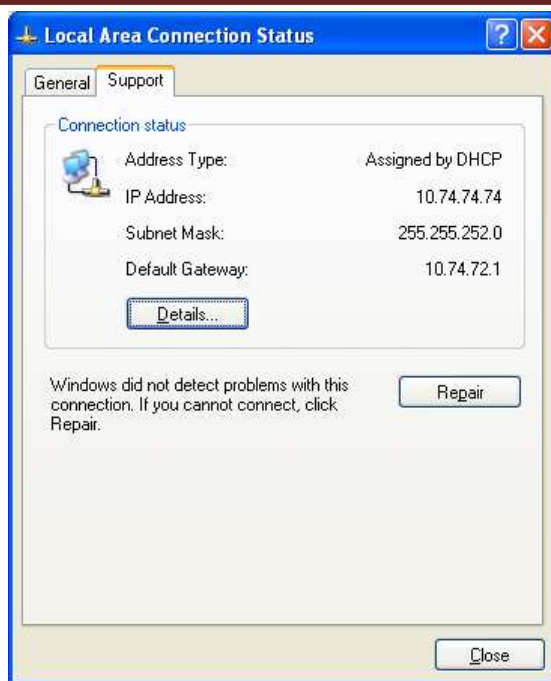


Figura 33: Localización de la dirección del Gateway al que estamos conectados

El router nos pide un login y un password que o bien lo buscamos en nuestro manual de usuario del router o bien podremos optar por buscarlo en google poniendo el modelo del router

4. Abrimos los puertos del router local necesarios y los redireccionamos a la IP de la tarjeta de red del autómata

A continuación vemos cómo redireccionar los puertos en el router Thomson utilizado para hacer las pruebas en el proyecto

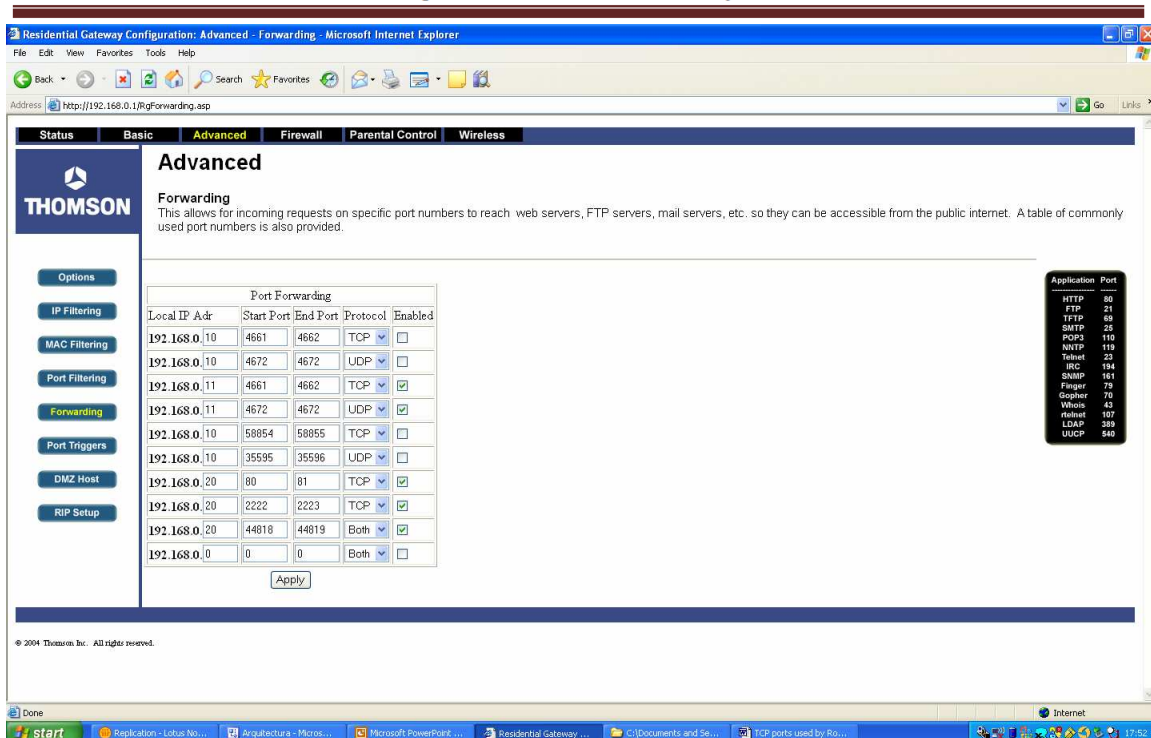


Figura 34: Redireccionamiento de puertos en router Thomson

En el router ADSL hay que localizar el lugar de la página web desde donde nos podamos filtrar puertos y redireccionar a IPs. En el caso de éste MODEM el nombre del apartado es “Forwarding”

Los puertos que tenemos que abrir son:

- el puerto 80 en TCP, que es por el que accede el protocolo http para consultar el servidor web de la tarjeta Ethernet 1769-ENBT
- los puertos 2222 y 44818 en TCP y en UDP para que pueda acceder RSLinx

Por defecto, el acceso a la página web de la mayoría de los router se realiza por el puerto 80, por lo tanto tenemos que redireccionar éste acceso a un puerto diferente para dejar el puerto 80 para el acceso al servidor web de nuestra tarjeta Ethernet del autómata. Lo habitual es redireccionar el servidor web del router ADSL al puerto 8080

Esto podremos hacerlo o bien en algún menú de la página web del router o bien haciendo una conexión telnet con nuestro router desde el Command prompt del menú inicio de Windows

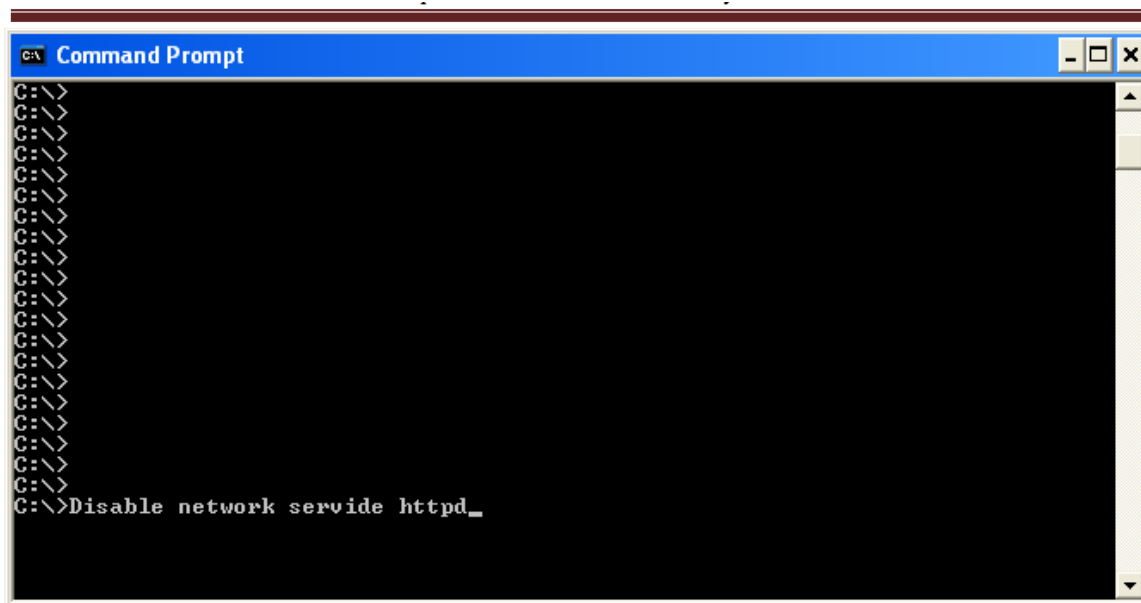


Figura 35: Command Prompt de Windows

Lo comandos que ejecutan ésta secuencia son:

Disable network service httpd
Set network service httpd 8080
Enable network service httpd
Save all

Con ésto lo que habremos hecho es redireccionar la página web del router al puerto 8080

A continuación grabamos los cambios que hemos realizado en el router local y lo reiniciamos

5. Router remoto

En éste router no tenemos que hacer nada más que conectar nuestro ordenador, aquí no tenemos que abrir puertos, puesto que por defecto, de salida hacia la web los tenemos todos abiertos

Lo primero que vamos a hacer es intentar acceder al servidor web de nuestra tarjeta Ethernet.



PROYECTO FIN DE CARRERA

Para ello escribimos en el navegador de Internet la dirección IP fija del router local donde tenemos conectado el autómata. La dirección IP la podemos ver o en la carpeta “Conexiones de red”, en el Comand Prompt de Windows escribiendo “ipconfig”, o en la página web del router

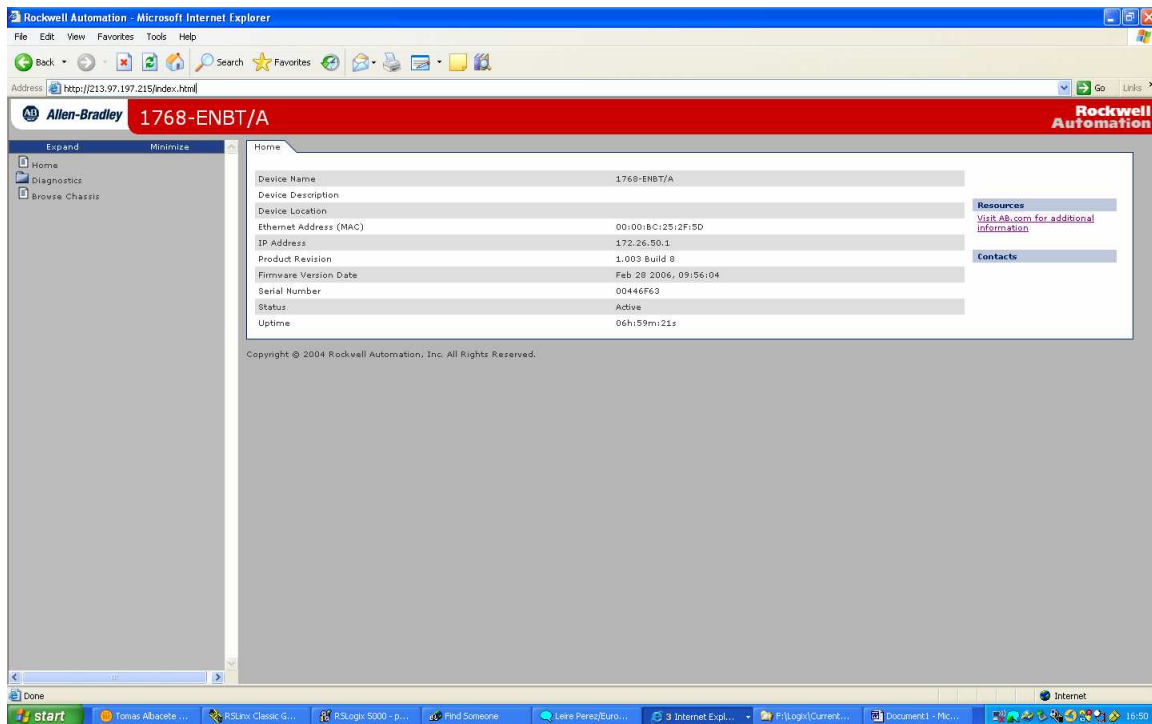


Figura 36: Servidor web de la tarjeta de red del autómata CompactLogix

6. A continuación abrimos RSlinx. Podemos utilizar dos drivers para conectarnos remotamente, o bien el de Ethernet o bien el “Remote Devices via Linx Gateway”.

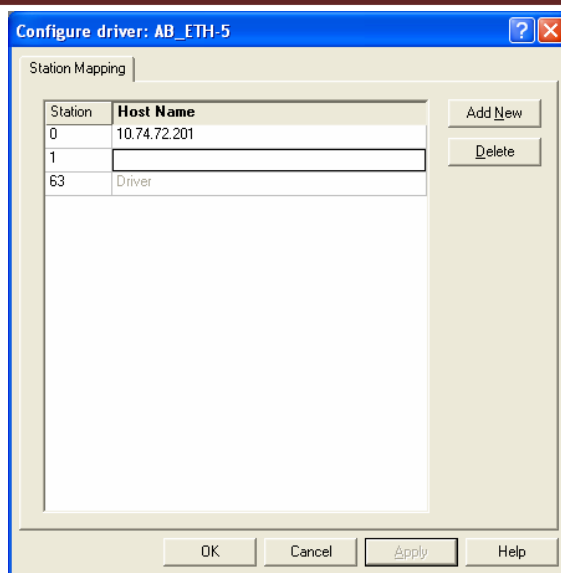


Figura 37: Driver Ethernet del software RSLinx

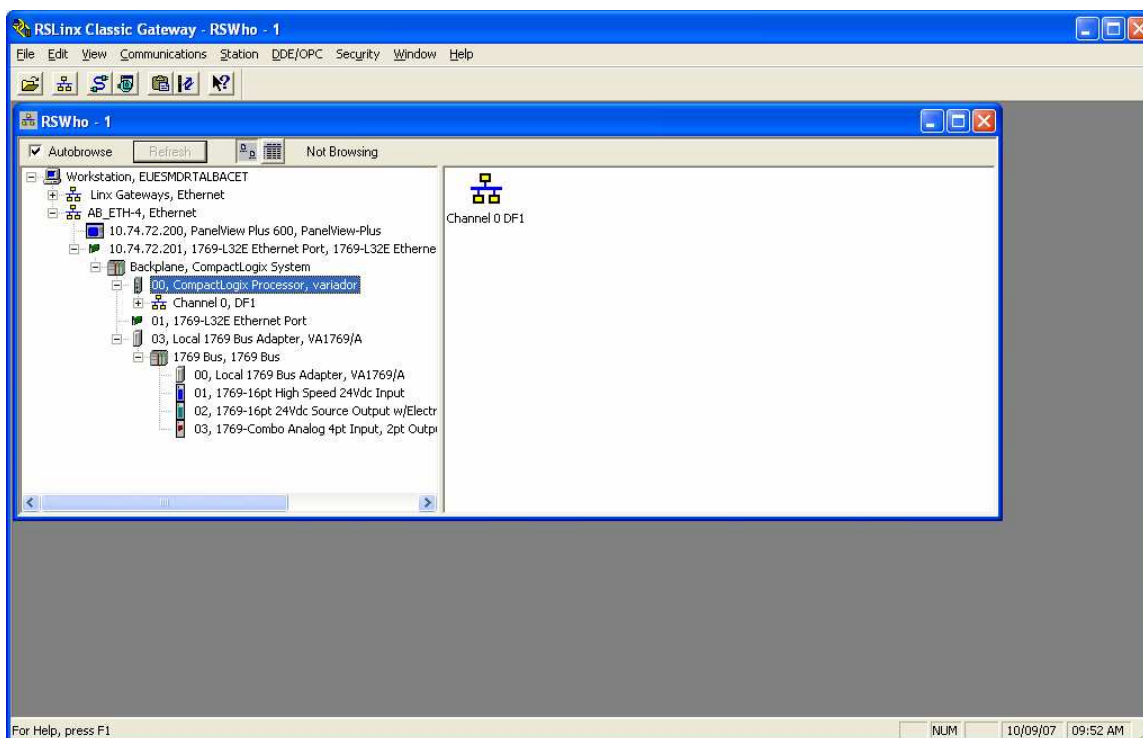


Figura 38: Driver Ethernet/IP del software RSLinx

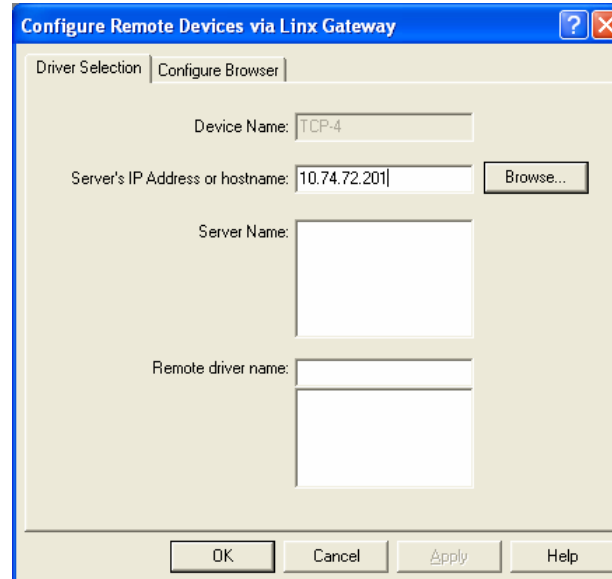


Figura 39: Driver “Remote Devices via Linx Gateway”

Llegado éste momento podemos conectarnos a nuestro autómeta para hacer cargas y descargas de programa, conectarnos online, ponerlo en Run, monitorizar tags , “como si estuviéramos al lado de el”.



CAPÍTULO 9

9. PRESUPUESTO

- VALORACION DEL HARDWARE DEL AUTOMATA
- VALORACION DE LA PERIFERIA DISTRIBUIDA
- VALORACION DE LOS VARIADORES DE VELOCIDAD
- VALORACION DEL SCADA
- VALORACION DE LAS HERRAMIENTAS DE DESARROLLO



CAPÍTULO 9

9. PRESUPUESTO

9.1 VALORACION TOTAL DE LA OFERTA

A continuación mostramos un presupuesto que valora todo el hardware y el software necesario para realizar la automatización de la instalación. Aquí incluimos hardware y software para el autómatas, las redes de comunicaciones, los paneles de operador y los SCADAs. Los precios mostrados son los PVPs. Como es habitual dependiendo del volumen de negocio, sector, fidelidad y localización de cada cliente, se aplican unos descuentos a través de los cuales conseguimos el precio neto final.

Actualmente, debido la competitividad del sector, las principales marcas que compiten por los proyectos de automatización como son Rockwell Automation, Siemens, Schneider, ABB y OMRON ofrecen descuentos agresivos no conocidos en épocas anteriores de la historia de la automatización.

El presupuesto total para un túnel de estas características es de:

Total Oferta : 27.260,92 EURO

Desglosaremos éste presupuesto en varios niveles de automatización:

- Hardware de autómatas
- Hardware de entradas salidas distribuidas
- Hardware de paneles de operador
- Software de SCADAS
- Herramientas de desarrollo del PAC



9.2 VALORACION DEL HARDWARE DEL AUTOMATA

Autómata Tipo CompactLogix

Ctd	Nº Catálogo	Descripción	PVP Unitario	PVP Total
1	1769-L32E	COMPACTLOGIX ETHERNET PROCESSOR, 750 KBYTES MEMORY	2.140,00	2.140,00
1	1769-IQ32	1769 32 POINT 24VDC INPUT MODULE	310,00	310,00
1	1769-PA4	FUENTE DE ALIMENTACIÓN PARA COMPACT I/O A 110/220 VCA, (4A @ 5V, 2A@ 24 VCC)	330,00	330,00
1	1769-OB32	1769 32 POINT 24VDC OUTPUT MODULE	376,00	376,00
1	1769-IF8	8 CHANNEL ANALOG VOLTAGE/CURRENT INPUT MODULE	571,00	571,00
1	1769-OF8C	8 CHANNEL ANALOG CURRENT OUTPUT MODULE	1.070,00	1.070,00
1	1769-ECR	TERMINADOR FINAL DERECHO PARA COMPACTBUS	23,90	23,90

Total Neto : 4.820,90 EURO



9.3 VALORACION DE LA PERIFERIA DISTRIBUIDA

Entradas y salidas distribuidas

Ctd	Nº Catálogo	Descripción	PVP Unitario	PVP Total
1	1734-AENT	24V DC ETHERNET ADAPTER	296,00	296,00
1	1734-IB8	24V DC 8 CHANNEL SINK INPUT MODULE	67,00	67,00
1	1734-OB8	24V DC 8 CHANNEL STANDARD SOURCE OUTPUT MODULE	75,50	75,50
2	1734-TB	POINT I/O MODULE BASE WITH REMOVABLE IEC SCREW TERMINAL BLOCK	9,76	19,52

Total Neto : 458,02 EURO

10.5 VALORACION DE LOS VARIADORES DE VELOCIDAD

Variadores de velocidad PowerFlex 400

Ctd	Nº Catálogo	Descripción	PVP Unitario	PVP Total
3	22C-D017N103	VARIADOR POWERFLEX 400, 380-480V, 3PH, 17A, 7.5 KW, IP20, TAMAÑO C	1.120,00	3.360,00

Total Neto : 3.360,00 EURO

10.6 VALORACION DEL PANEL DE OPERADOR

Panel de operador PanelView Plus

Ctd	Nº Catálogo	Descripción	PVP Unitario	PVP Total
1	2711P-T10C4D1	PV PLUS 1000, TOUCH, ETHERNET, PUERTO SERIE RS232, ALIMENTACION CC, 32MB FLASH/64MB RAM	3.450,00	3.450,00



Total Neto : 3.450,00 EURO

9.6 VALORACION DEL SCADA

Servidor SCADA FTView SE

Ctd	Nº Catálogo	Descripción		PVP Unitario	PVP Total
1	9701-VWSS025LENE	RSVIEW SE SERVER W/RSLINX ENTERPRISE	25	3.620,00	3.620,00

Total Neto : 3.620,00 EURO

Cientes SCADA FTView SE

Ctd	Nº Catálogo	Descripción		PVP Unitario	PVP Total
1	9701-VWSCWAENE	RSVIEW SE CLIENT		2.020,00	2.020,00

Total Neto : 2.020,00 EURO

9.7 VALORACION DEL HARDWARE ETHERNET

Swichtes Ethernet

Ctd	Nº Catálogo	Descripción		PVP Unitario	PVP Total
2	RS20-0800M2M2SDAP	Railswitch6xFETX+2xFEM M/SC,softwareprofessional,s tandardtemperature		1.281,00	2.362,00

Total Neto : 2.362,00 EURO

9.8 VALORACION DE LAS HERRAMIENTAS DE DESARROLLO

Herramientas de desarrollo

Ctd	Nº Catálogo	Descripción		PVP	PVP
-----	-------------	-------------	--	-----	-----



PROYECTO FIN DE CARRERA

			Unitario	Total
1	9324-RLD700NXENE	RSLOGIX 5000 PRO EDITION, ENGL	5.130,00	5.130,00
1	9701-VWSTENE	RSVIEW STUDIO FOR RSVIEW ENTER	2.040,00	2.040,00

Total Neto : 7.170,00 EURO



CAPÍTULO 10

10. CONSTRUCCION DE LA MALETA DEMO

- HARDWARE A INSTALAR EN LA MALETA DEMO**
- INSTALACION Y CABLEADO DE LOS EQUIPOS**
- SIMULACION DEL TUNEL CON LA MALETA DEMO**



CAPÍTULO 10

10. CONSTRUCCION DE LA MALETA DEMO

10.1 HARDWARE A INSTALAR EN LA MALETA DEMO



El hardware con el que construimos la maleta de simulación es el siguiente

Qty	Descripción de producto	Referencia comercial
1	PANELVIEW PLUS 60D B5-264VAC	AB 2711P-T5C20A
1	Compact Logix ENet Processor, 1.5MB	AB 1789-L35E
1	64M COMPACT FLASH CARD	AB 1784-CF64
1	Pwr Supply	AB 1769-PA2
1	Combo 6Pt 24VDC In. 4Pt Relay Out	AB 1769-IQ6XOW4
1	8 Bit Res. High Speed 4 In/2 Out Anig. Combo	AB 1769-IF4XDF2
1	Right End Cap/Terminator	AB 1769-ECR
1	POINT I/O ETHERNET ADAPTER	AB 1734-AENT



1	POINT I/O DIGITAL INPUT	AB 1734-IB8
1	POINT I/O DIGITAL OUTPUT	AB 1734-OB4E
2	POINT I/O 2 CH. ANALOG VOLTAGE INPUT	AB 1734-IE2V
2	POINT I/O 2 CH. ANALOG VOLTAGE OUTPUT	AB 1734-OE2V
1	POINT I/O 24VDC VHS COUNTER MODULE	AB 1734-VHSC24
2	SCREW TERMINAL BASE	AB 1734-TB
4	SPRING TERMINAL BASE	AB 1734-TBS
1	PF-40 DRIVE 115V	AB 22B-V2P3N104
1	ENET COMM CARD	AB 22-COMM-E
1	ADAPTER COVER	AB 22B-CCB
1	800F Pilot Light - Green	AB 800FP-P3PN3G
1	800 F Pilot Light - Red	AB 800FP-P4PN3R
1	800F Pilot Light - Yellow	AB 800FP-P5PN3Y
1	800F Pilot Light - Blue	AB 800FP-P6PN3B
1	800F Pilot Light - White	AB 800F0-P7PN3W
3	Illum. Mom. Push Button-Green LED, 24V AC/DC	AB 800FP-LF3PQ3GX11
2	2 Pos. Illum Selector Switch-24V AC/DC, Red LED	AB 800FP-LSM24PQ3RX11
1	Potentiometer Operator - 1K Ohm Resist Element	AB 800FP-POT3
1	AC/DC Power Supply, 72 W. 24-28V	AB 1606-XLP72E

Tabla 12: Hardware de construcción de la maleta demo



10.2 INSTALACION Y CABLEADO DE LOS EQUIPOS

Instalación y cableado del autómata CompactLogix

El autómata que estamos utilizando es modular, no tiene chasis físico y se instala sobre riel DIN así que lo primero que debemos hacer es tener en cuenta la arquitectura para posicionar las tarjetas en el lugar adecuado. Los requisitos que debemos cumplir son:

- La fuente de alimentación se debe situar aproximadamente en el centro de cargas y el número de tarjetas que se puedan colocar a derecha o izquierda será en general de ocho si hablamos de tarjetas de Entradas/Salidas
- El procesador se situará siempre en el primer banco a la izquierda
- El máximo número de bancos es de tres
- El máximo número de tarjetas que podemos instalar en los tres bancos depende del procesador que hayamos instalado y variará entre 16 tarjetas y 30 tarjetas.

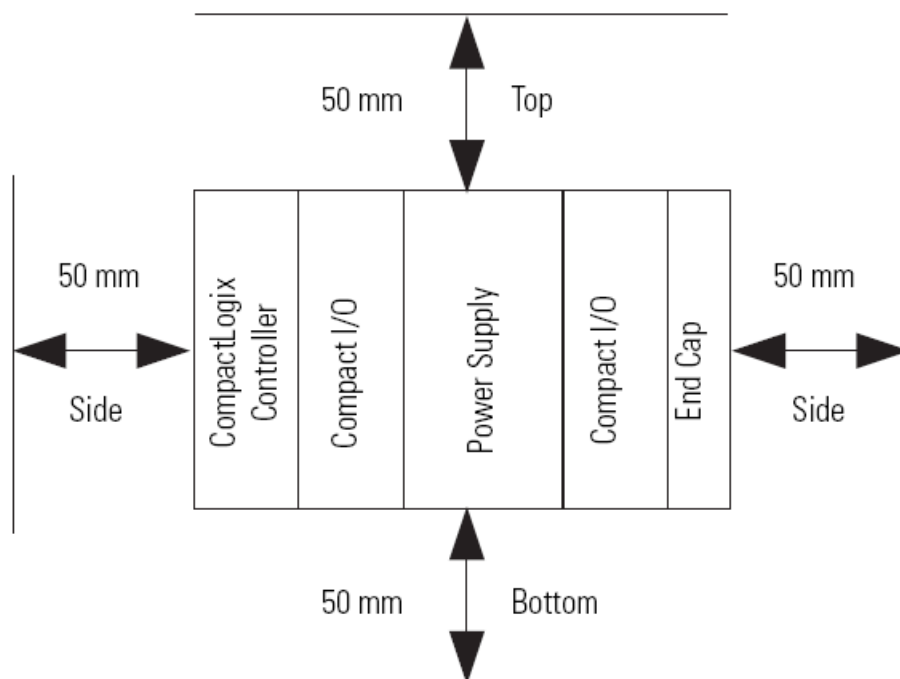


Figura 40: Arquitectura del autómata CompactLogix



Si por ejemplo elegimos una CPU L35 podremos instalar 30 tarjetas de E/S locales como podemos ver en la ilustración de abajo

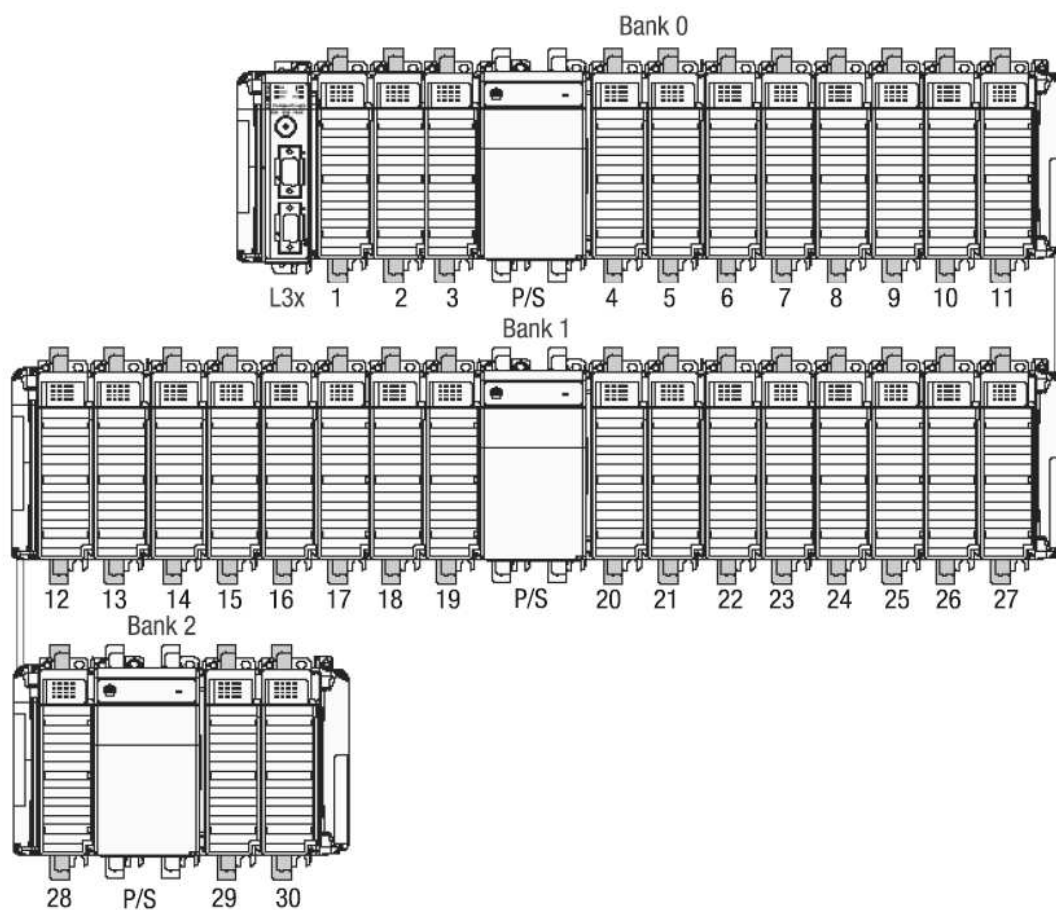


Figura 41: Arquitectura del autómata CompactLogix con tres bancos

Podemos instalar también una o varias redes de campo de tipo DeviceNet insertando uno o varios escáner.

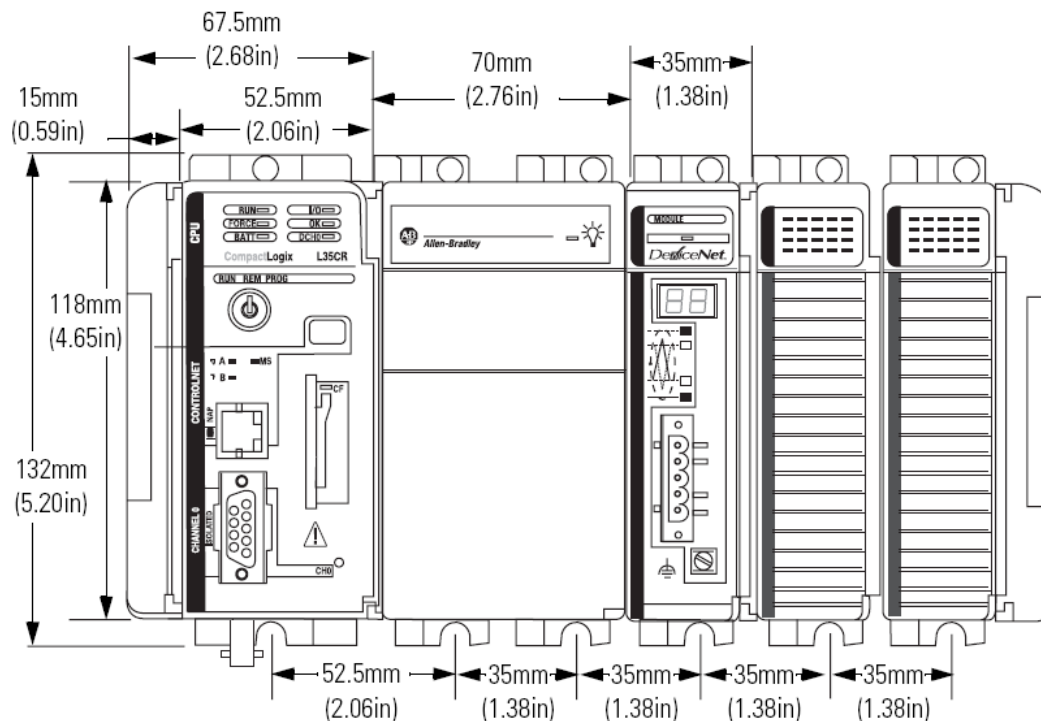


Figura 42: Arquitectura del autómata CompactLogix con un banco

La programación de equipos la podemos realizar a través del puerto serie con un cable cruzado estándar o a través del puerto Ethernet con un cable Ethernet cruzado si vamos punto a punto o no cruzado si vamos a través de un switch

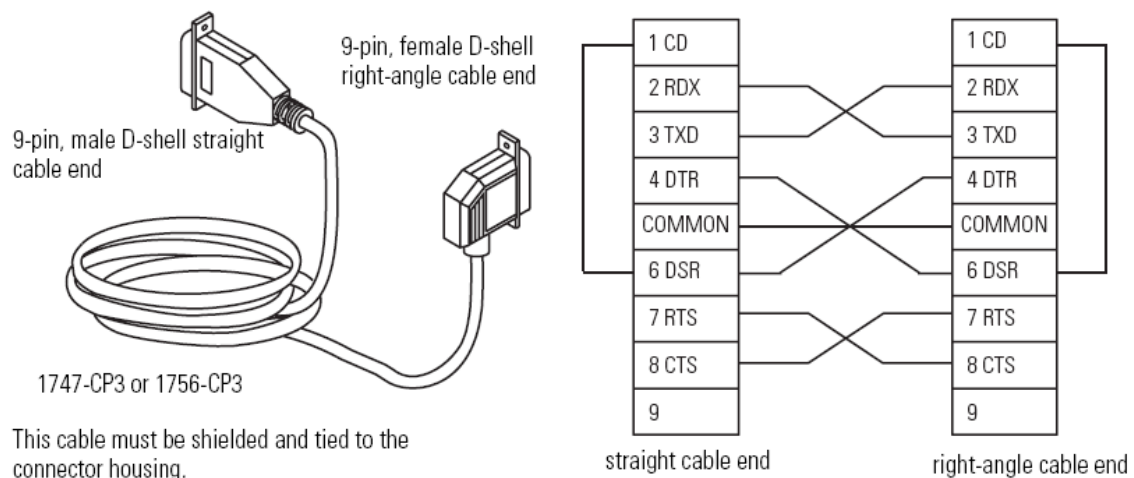


Figura 43: Cable de comunicación serie cruzado

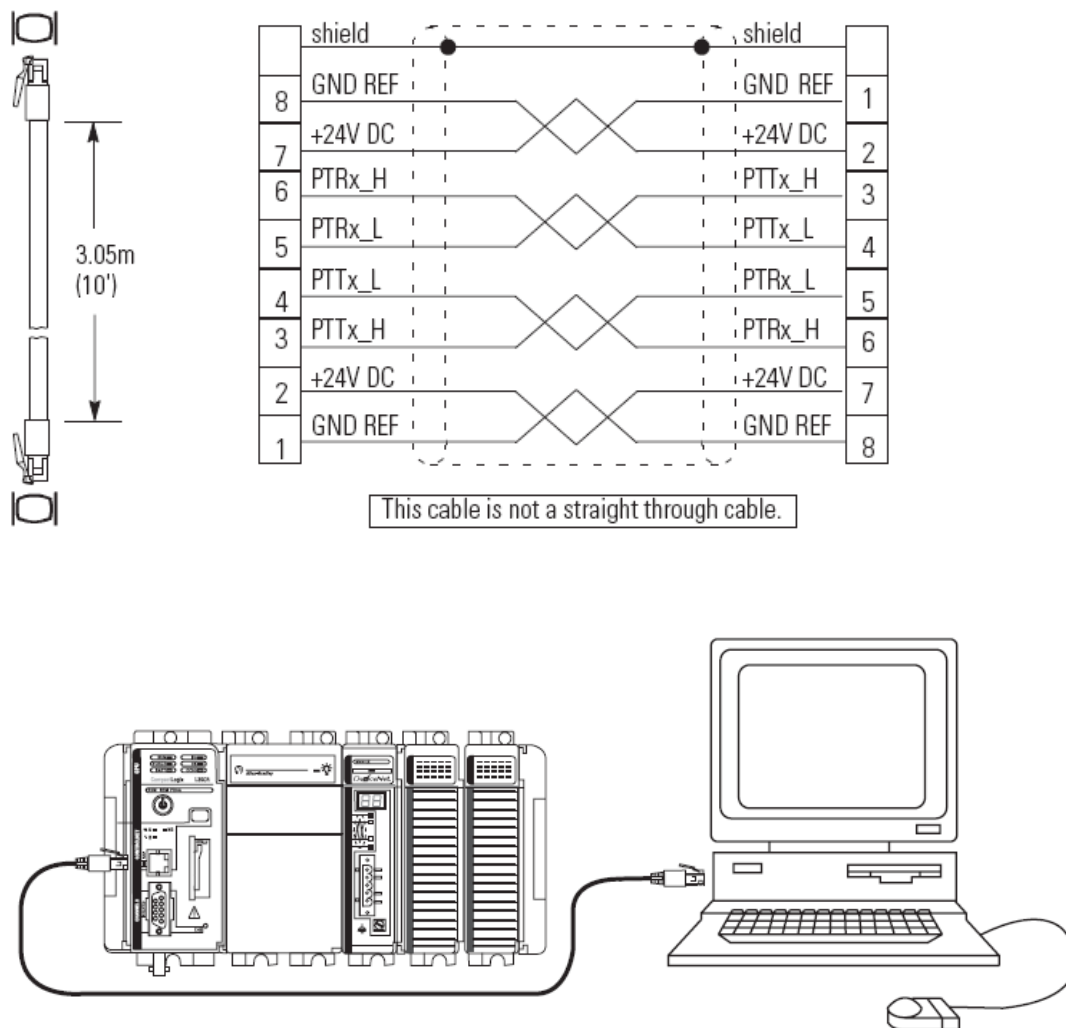


Figura 44: Cable de comunicación Ethernet cruzado

A continuación realizamos el cableado de cada una de las tarjetas siguiendo los esquemas de cableado de los manuales. La fuente de alimentación del autómatas alimenta únicamente la lógica. La potencia hay que alimentarla con tarjetas externas



Cableado de las tarjetas Compact I/O

1769-IQ16F

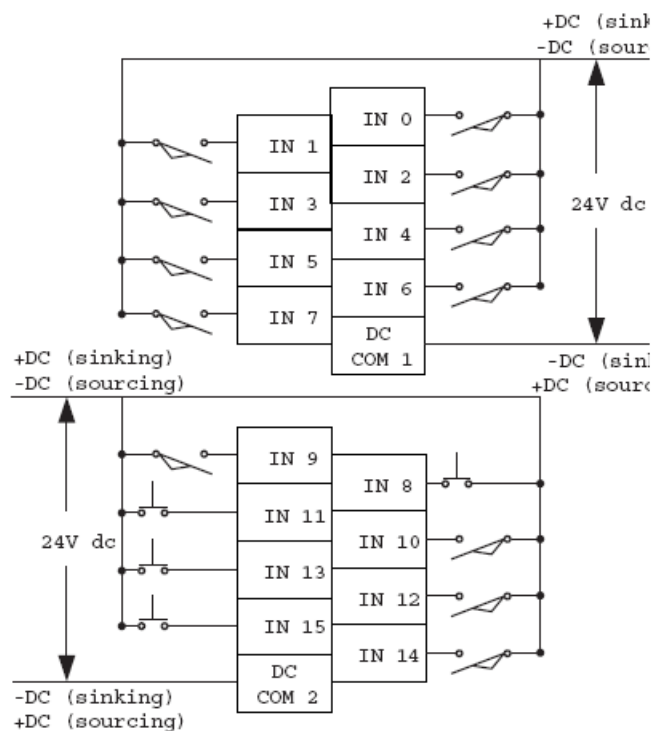


Figura 45: Cableado de una tarjeta de entradas digitales



1769-OB8

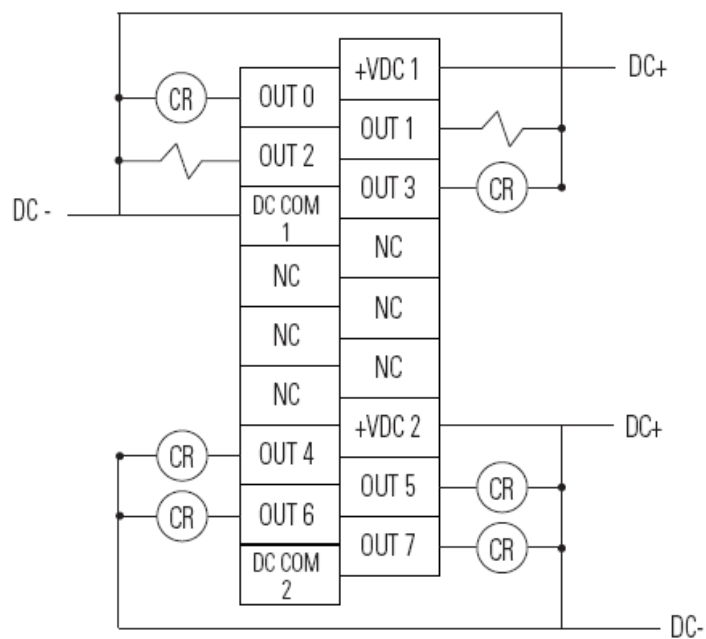
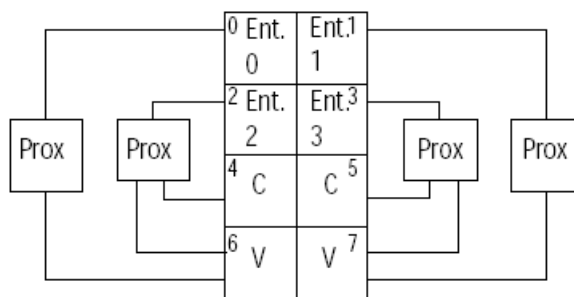


Figura 46: Cableado de una tarjeta de salidas digitales

1734-IB4

1734-IB4



Entrada drenadora IB4

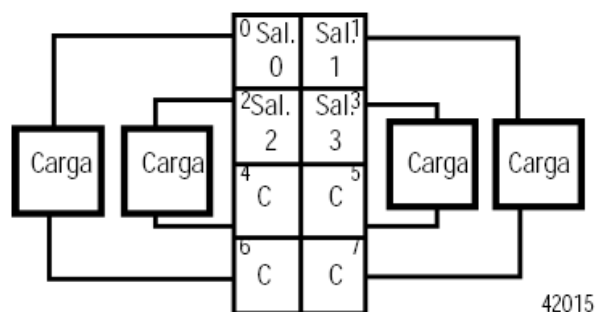
41967

V = 12/24 VCC, C = Común
El bus de alim. eléc. proporciona la
alimentación eléctrica de campo.



1734-OB4

1734-OB4E



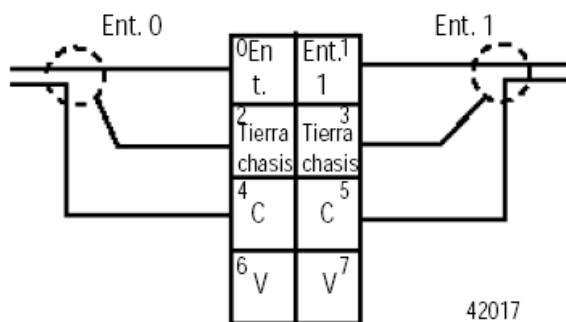
V = 12/24 VCC, C = Común
El bus de alim. eléc. proporciona la
alimentación eléctrica de campo.

Figura 48: Cableado de las entradas y salidas digitales Point I/O



1734-IE2C

1734-IE2C



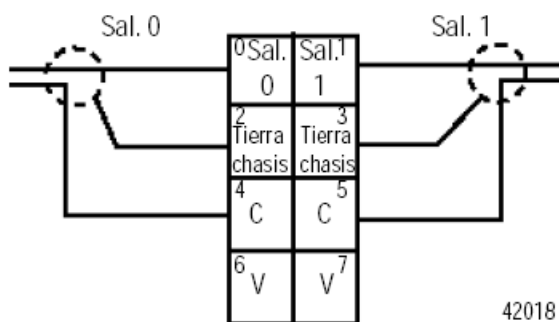
42017

V = 12/24 VCC, C = Común

Esta fuente estará conectada al bus interno de alimentación eléctrica eléc. proporciona la alim. eléc. de campo

1734-OE2C

1734-OE2C



42018

V = 12/24 VCC, C = Común

Esta fuente estará conectada al bus interno de alimentación eléctrica.

Figura 49: Cableado de las entradas y salidas analógicas Point I/O



El cable de red debe ser apantallado para evitar perturbaciones debidas a las interferencias.

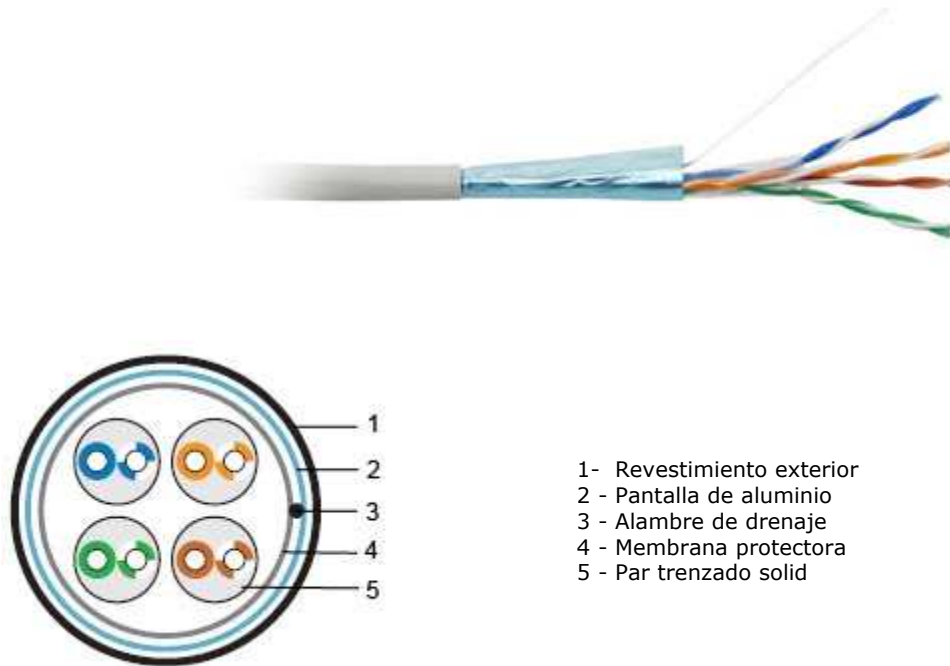


Figura 50: Cable de red apantallado

La comunicación con las Entradas/Salidas a través de Ethernet/IP podemos realizarla inalámbricamente vía WIFI con modem adecuados. Lo que tendremos asegurado será que no perdemos datos si la comunicación pudiera cortarse debido a alguna interferencia.



10.3 SIMULACION DEL TUNEL CON LA MALETA DEMO

La simulación se realiza principalmente a través del panel de operador instalado en la maleta pero además contamos con una serie de pulsadores y pilotos luminosos que para simular el control local de un operador a pie del cuadro eléctrico

Acciones que se pueden simular con pulsadores y pilotos luminosos:

Incendio en el túnel: Ésta señal puede ser activada por un pulsador que simula que alguien en el túnel a pulsado la alarma de incendio o un selector que simula que un detector de fuego se ha activado

Presencia de vehículo: Entrada digital número 1

Nivel de CO: Entrada analógica número 1

Tensión de alimentación de red: la simulamos con la entrada analógica 2

Arranque de la SAI: lo simulamos con el piloto luminoso 1

Semáforo de entrada: los simulamos con el piloto luminoso 2

Semáforo de salida: los simulamos con el piloto luminoso 3



CAPÍTULO 11

11. CONCLUSIONES

Con las tecnologías de Rockwell Automation podemos Automatizar un túnel de carreteras con un programa sencillo, fácilmente reutilizable y utilizando únicamente dos herramientas de desarrollo, una para el sistema de control, las comunicaciones y los dispositivos de campo, y otra para toda la supervisión.

Podemos Automatizar un túnel de carreteras utilizando una única red Ethernet.

Ethernet no es en sí una red determinista, pero utilizando determinados protocolos y gestionando adecuadamente la red cumple sobradamente los requisitos necesarios para automatizar la mayoría de los sistemas de control con muchas ventajas respecto a otras redes.

Utilizando PACs para automatizar en lugar de PLCs podemos gestionar toda la automatización del túnel puesto que somos capaces de gestionar tanto la parte de control de entradas y salidas discretas gestionada tradicionalmente por PLCs, las comunicaciones, la programación de los variadores de frecuencia y arrancadores de motor, y además podemos dejar los datos adecuadamente preparados para que sean consultados de una manera transparente por los sistemas de información



CAPÍTULO 12

12. DESARROLLOS FUTUROS

Como continuación de éste proyecto de automatización de túnel se pueden prever una serie de desarrollos que pueden emprenderse en un futuro para mejorar la seguridad y comodidad de la instalación

1. Instalación de un cliente del SCADA remoto vía VPN para que se pudiera tener un control y supervisión del túnel en la central de la empresa que gestione la explotación
2. Instalación de cámaras con reconocimiento de vehículos estacionados en el túnel. Éstas cámaras enviarían una señal de alarma que haría que se activaran las señales de emergencia a la entrada del túnel para avisar al resto de conductores de que hay un vehículo estacionado en el túnel. Además se informaría al sistema SCADA para que éste a su vez avisara a los servicios de emergencia encargados de dar cobertura a la instalación. Además al poseer un sistema de detección de matrículas ésta información se podría suministrar a las fuerza y cuerpos de seguridad del estado.
3. Sistemas de radares con reconocimiento de matrículas a la entrada y a la salida del túnel conectados con la dirección general de tráfico. De esta forma disminuirían las posibilidades de que un vehículo circulara a una velocidad excesiva poniendo en riesgo al resto de conductores.
4. Sistema de control de la distancia de seguridad entre vehículos que avise a los conductores mediante paneles cuando disminuye esta distancia
5. Sistema de detección sísmica con conexión al sistema de control de túnel para impedir el paso a los vehículos en la instalación y avisar a los que están en el interior para que abandonen el túnel lo antes posible
6. Instalación de antenas de telefonía móvil en el interior del túnel. Esto redundaría sobre todo en comodidad para los conductores pues su conversación o tráfico de datos a través de Internet no sería interrumpida al entrar al túnel.
7. Instalación de sistema de detección de la temperatura de los frenos de los camiones para impedirles el acceso al túnel con los frenos sobrecalentados



CAPÍTULO 13

13. BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

- [1] Branch, Mary Ann y Grace, Andrew, *MATLAB: optimization toolbox: user's guide version 1.5*, Natick, MA : The Math Works , 1996
- [1] Rockwell Automation , “User Manual CompactLogix Programable Automation Controller”, 2002.
- [2] Rockwell Automation , “CompactLogix system quick start”, 2002.
- [3] Rockwell Automation , “CompactLogix Controller selection guide”, 2002.
- [4] Rockwell Automation , “RSLinx Classic for Rockwell Automation networks and Devices, Getting results guide”, 1997.
- [5] Rockwell Automation, “RSLinx Enterprise for Rockwell Automation networks and Devices, Getting results guide”, 2001.
- [6] Rockwell Automation , “RSLogix 5000, configuration and programming for the RSLogix 5000 family of Controllers”, 1999.
- [7] Rockwell Automation , “Logix 5000 Controllers General Instructions”, 1997.
“Emulate RSLogix 5000 User’s Guide” por Rockwell Automation.
- [8] Rockwell Automation, “Manual de planificación e instalación de los medios físicos de Ethernet/IP”, 2004.
- [9] Rockwell Automation , “Wiring and grounding guidelines for Pulse Width Modulated (PWM) AC Drives”, 1994.
- [10] Rockwell Automation, “PowerFlex 40 Adjustable frequency AC Drives User Manual”, 2002.
- [11] Rockwell Automation, “PanelView Plus Terminals User Manual”, 2004.



- [12] Rockwell Automation , “FactoryTalk View Machine Edition User’s guide, Machine Level HMI for Open and Embedded solutions“, 2004
- [13] Rockwell Automation , “FactoryTalk View Supervisory Edition User’s guide, distributed HMI for Enterprise solutions“, 2004
- [14] “Autómatas programables y sistemas de automatización” . S.A. MARCOMBO
- [15] UPM ETSI MINAS , Carlos Lopez Jimeno , “Ingeo túneles – Ingeniería de Túneles”, 2007.
- [16] PRENTICE-HALL, Douglas E. Comer, “Internetworking with TCP/IP Vol. 1, 2nd ed.”, 2005.
- [17] MCGRAW-HILL / INTERAMERICANA DE ESPAÑA, Zacker Craig, “Redes (Manual de Referencia)”, 2002.
- [18] MARCOMBO , Jose Miguel Rubio Calin , “Buses Industriales y de Campo”, 2009.
- [19] MARCOMBO, Aquilino Rodríguez Penín, “Sistemas SCADA – Guía Practica”, 2007.
- [20] BENDELIUS, J.O. Bickel, T.R. Kuesel and E.H. King, “Tunel engineering handbook”, 1996
- [26] Real Decreto 635/2006 del Ministerio de Fomento de España, de 26 de Mayo de 2006, sobre requisitos mínimos de seguridad en los túneles de carretera del Estado.



ANEXOS.

- Link a Hojas de características

a) link a la guía de selección de CompactLogix

http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/sg/1769-sg001_-en-p.pdf

b) Perfil de producto de las E/S Compact I/O

http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/td/1769-td006_-en-p.pdf

c) Perfil de producto de las E/S Point I/O

http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/pp/1734-pp001_-en-p.pdf

d) Guía de selección de los variadores PowerFlex

http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/sg/pflex-sg002_-en-p.pdf

e) Perfil de producto de los paneles de operador Panel View Plus

http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/td/2711p-td001_-en-p.pdf